RADIO-RUNDSCHAU

Technisch-wirtschaftliche Zeitschrift

2. Jahrg. November-Dezember 1947 Nr. 11/12

Redaktion und Verwaltung:
Wien V, Margaretengürtel 124 / Telephon A 35-4-70

INHALT: Seite

Im Mitteilungsblatt:

Die **RADIO-RUNDSCHAU** erscheint monatlich

Bezugsbedingungen:

Für Mitglieder des Österr. Arbeiter-Radiobundes **kostenlos**, sonst:

Einzelnummer	S 2.50
Doppelnummer	S 5.—
Halbjahresabonnement einschließlich Postgebühren	S 14.—

Abonnements-Annahme:
Verwaltung der Radio-Rundschau
Wien V, Margaretengürtel 124

Unser Titelbild:

Amerikanische Miniaturröhre, neben einer CL 4. Ganz links eine der bekannten Acorn-Röhren. Vorne eine Fassung für Miniaturröhren.
(Zu unserem Aufsatz auf Seite 147)

Maß halten!

Wer sich noch an die ersten Jahre des Rundfunks erinnert, wird feststellen, daß die Radioprogramme inzwischen eine gründliche Wandlung erfahren haben. Wenn man auch von der Kriegszeit absieht, während der die Sendungen aller Länder auf Propaganda und Stimmungsmache ausgerichtet wurden und sich daher der Rundfunk von seiner ursprünglichen Aufgabe etwas entfernt hatte, so bleibt der Unterschied der heutigen Programme gegenüber der Zeit vor 15 oder 20 Jahren doch unverkennbar.

Die Sendezeit, die anfänglich nur wenige Stunden im Tage betrug, wurde bei den meisten Sendern auf täglich 16 bis 20 Stunden ausgedehnt, so daß man jetzt von frühmorgens bis in die Nacht hinein Radiohören kann. Gleichzeitig wurden die Darbietungen selbst mannigfaltiger und aufgelockerter und vor allem mit einem größeren Aufwand zusammengestellt. Vorüber sind die Zeiten, da Vorträge einfach gelesen wurden, vorüber sind die Konzertakademien, bei denen ein oder zwei Künstler bei Klavierbegleitung ein ganzes Abendprogramm füllten.

Aus den Vorträgen im belehrenden Teil des Programmes wird heute mindestens ein Zwiegespräch, meist mit Schallplatteneinlagen, häufig werden aus Belanglosigkeiten fast richtige Hörspiele gemacht. Diese selbst werden heute mit allen Feinheiten der akustischen Kulisse, mit einem großen Aufwand an Darstellern und selbstverständlich nach allen Regeln der Rundfunkregie aufgeführt. Bei den musikalischen Darbietungen sind die einst die Glanzstücke des Radioprogramms bildenden Konzert- und Opernübertragungen eigentlich mehr in den Hintergrund getreten. Die sogenannten bunten Programme, mit einer Unzahl prominenter Mitwirkender, jeder nur mit wenigen Nummern, dazu vielfach verbindende Conference, beherrschen heute das Programm mancher Sendestationen.

Selbstverständlich ist der finanzielle Aufwand, der durch diese Entwicklung der Programmzusammenstellung bedingt ist, ganz beträchtlich. Aus nahezu allen Ländern hört man daher von den wirtschaftlichen Sorgen der Rundfunkgesellschaften, die nicht wissen, wie sie neben den Aufwendungen für das Programm auch noch die notwendigen Beträge für die Erneuerung oder den Wiederaufbau der technischen Einrichtungen aufbringen sollen. Wenn man diese Schwierigkeiten sieht, wenn man feststellen muß, wie manche europäischen Rundfunkgesellschaften aus diesen Gründen an die Einführung des Reklamerundfunks gehen, der in seinem Geburtsland, den Vereinigten Staaten, längst in Mißkredit gekommen ist, so ist wohl die Frage naheliegend, ob diese Aufwendungen auch gerechtfertigt sind.

Dazu ist einmal festzuhalten, daß sich auch die Einstellung der Hörer zum Radioprogramm beträchtlich geändert hat. Während seinerzeit meist nahezu andächtig den Sendungen gelauscht wurde, hat inzwischen im großen und ganzen wohl eine gewisse Interesselosigkeit Platz gegriffen. Das soll nicht heißen, daß man heute auf den Rundfunk verzichten wollte, im Gegenteil, er wird als durchaus notwendig empfunden. Aber die Hörer, die mehr davon erwarten, als bloß die neuesten Nachrichten auf dem kürzesten Wege übermittelt zu erhalten und ansonsten den Radioapparat nur als Geräuschkulisse zu benützen, sind sicherlich in die Minderheit geraten. Selbstverständlich gibt es genug Menschen, für die der Rundfunk auch in kultureller Hinsicht Vieles bedeutet, für die Mehrzahl ist er jedoch zu einem Instrument der Unterhaltung, die wenig Konzentration erfordert, und zu einer Art Nervenreizmittel herabgesunken. Diese Entwicklung mag wohl durch die Zeit bedingt sein, in der wir heute zu leben gezwungen sind, wie ja auch der so maßlos entwickelte Unterhaltungsbetrieb zeigt. Es ist anzunehmen, daß in friedlichen Verhältnissen die Menschen wieder Zeit und Muße haben werden, besinnlich die wertvollen Darbietungen des Rundfunks zu genießen.

Betrachtet man diese Umstände, dann muß man aber zu dem Schlusse kommen, daß die Aufwendungen, die gegenwärtig für das Programm gemacht werden, nicht immer gerechtfertigt sind. Dies gilt besonders auch für Österreich, das durch seine wirtschaftliche Lage schon zu größter Sparsamkeit gezwungen ist. Man verstehe uns richtig: Wir sind nicht vielleicht der Ansicht, daß etwa durch Verkürzung der Sendezeit oder durch Verzicht auf eine größere Programmauswahl Einsparungen gemacht werden sollten. Im Gegenteil, wir sind der Meinung, daß in Österreich ein Doppelprogramm während der meisten Stunden des Tages notwendig und auch möglich ist. Es wird sich aber empfehlen, bei manchen Sendungen mehr Maß zu halten, als es gegenwärtig geschieht. Dies braucht keinesfalls eine Senkung der Qualität bedeuten; selbstverständlich wird man nach wie vor Darbietungen höchster Qualität bringen müssen, bei denen sich die Kosten lohnen und auch gerechtfertigt sind. Es ist aber wohl nicht zu vertreten, daß bei recht unwichtigen Sendungen Aufwendungen an Mitwirkenden und Regiemitteln getrieben werden, die manchmal bei bestem Willen nicht zu begründen sind.

Österreichs Rundfunk war einst in der ganzen Welt wegen seiner kulturellen und technischen Leistungen bedeutend mehr geachtet, als nach der Größe unseres Landes zu erwarten war. Heute sind die technischen Einrichtungen infolge der Auswirkungen des Krieges zum Teil unzureichend und das Programm wird nicht zuletzt durch die Zoneneinteilung unwirtschaftlich und hat vielfach leider kein sehr hohes Niveau. Umsomehr müssen alle Anstrengungen gemacht werden, überflüssige Programmkosten zu vermeiden. Es wäre schade, wenn durch eine Vergeudung der geringen, dem Rundfunk zur Verfügung stehenden Mittel der technische und künstlerische Wiederaufbau unserer Sendungen zumindest verzögert würde und unser Land so die Möglichkeit entbehren müßte, unserer Kultur und unserer Arbeit wieder Weltgeltung zu erringen.

Die internationale Radiokonferenz in Atlantic City

Die organisatorische Zusammenfassung der verschiedenen, am Nachrichtenverkehr interessierten Unternehmungen, im wesentlichen also der Postverwaltungen und Rundfunkgesellschaften der verschiedenen Länder ist der Weltnachrichtenverein, die Union Internationale des Telecommunications (U. I. T.) mit einem Büro in Bern, dem die meisten Staaten angehören. Diese Organisation wurde im Jahre 1932 in Madrid gegründet, wo auch ein Weltnachrichtenvertrag abgeschlossen wurde, der die wesentlichsten organisatorischen und technischen Einzelheiten des internationalen Nachrichtenverkehrs regelte. Dazu gehören auch die Festlegung und Verteilung der Frequenzen, die für den drahtlosen Nachrichtenverkehr im weitesten Sinne benützt werden, die gegenseitige Gebührenverrechnung, technische Normen usw.

Die letzte internationale Tagung, die sich mit den mit dem Weltnachrichtenverkehr zusammenhängenden Fragen beschäftigte, fand als Weltradiokonferenz 1938 in Kairo statt. Seither ist nun fast ein Jahrzehnt vergangen, während dessen sich gerade auf dem Gebiete des Nachrichtenwesens, insbesondere in der Funktechnik und der damit verbundenen Organisation beträchtliche Veränderungen ergaben. Aber nicht nur die technische Entwicklung, auch die durch den Krieg verursachten internationalen politischen Veränderungen sowie die verschiedenen Wiederaufbau- bzw. Expansionsbestrebungen so mancher Staaten hinsichtlich ihrer Nachrichtenverbindungen machten eine neue internationale Zusammenkunft zur Regelung der schwebenden Fragen dringend nötig. So wurde daher für den Sommer 1947 nach Atlantic City an der Ostküste der Vereinigten Staaten eine Konferenz einberufen, an der 78 Staaten mit rund 550 Delegierten teilnahmen. Auch Österreich konnte wenigstens einen Vertreter entsenden.

Das umfassende Arbeitsgebiet dieser Zusammenkunft wurde aufgeteilt auf drei Konferenzen, die zum Teil gleichzeitig tagten. Zuerst begann am 16. Mai 1947 die Welt-Radiokonferenz (conference internationale des radio-communications). Sie befaßte sich mit der grundsätzlichen Aufteilung der für den drahtlosen Nachrichtenverkehr verwendbaren Frequenzen. Hier äußerte sich am deutlichsten der ungeheure Fortschritt der Technik in den letzten Jahren, der im wesentlichen durch die Ausdehnung der drahtlosen Technik bis zu wenigstens hundertmal höheren Frequenzen gekennzeichnet ist. Während in Kairo nur das Frequenzbereich bis 30 MHz (10 m) aufgeteilt wurde, hat man in Atlantic City das gesamte Frequenzspektrum bis 10.500 MHz (2,86 cm) für verschiedene Dienste vorgesehen. Die Weltradiokonferenz, die ihre Arbeiten in nicht weniger als 10 Kommissionen erledigte und bei der neben den Postverwaltungen auch zahlreiche Rundfunkgesellschaften und deren Organisationen vertreten waren, konnte natürlich noch nicht die Frequenzzuteilungen für bestimmte Länder oder gar für einzelne Stationen vernehmen. Es handelte sich zunächst darum, die Frequenzen für die mannigfaltigen Dienste, wie Telegraphie, Militär- und Polizeifunk, Fernsehen, Bildfunk, Rundfunk, Amateurwesen usw. gegeneinander abzugrenzen. Es ist klar, daß gegenüber den anderen Diensten dem Rundfunk hier eine relativ bescheidene Rolle zufiel. Auf der Konferenz der Großmächte, die im vergangenen Jahr in Moskau stattgefunden hatte, waren hierzu schon sehr ins Einzelne gehende, allerdings nicht immer übereinstimmende Vorschläge ausgearbeitet worden.

Auf der Weltradiokonferenz wurde unter anderem beschlossen, die Welt in drei große Regionen einzuteilen, für die z. T. abweichende Bestimmungen festgelegt wurden. Die erste umfaßt Europa und Afrika einschließlich Arabien, Kleinasien und die gesamte Sowjetunion. Die Region II enthält Nord- und Südamerike und Grönland, während als III. Region die übrige Welt, also Asien (ohne Sowjetunion), Australien, Neuseeland und Ozeanien verbleibt. Es würde hier zu weit führen, auf die verschiedenen Einzelheiten der Beschlüsse einzugehen. Wichtig ist jedoch für den Rundfunk, der hier vor allem interessiert, daß eine, wenn auch nicht sehr beträchtliche Erweiterung der Rundfunkbänder zugestanden wurde. Diese beträgt auf Lang- und Mittelwellen zusammen 150 kHz, wodurch wenigstens weitere 10 Hauptwellen untergebracht werden können und auf Kurzwellen 400 kHz, was Raum für 40 Hauptwellen gibt. Folgende Frequenzbänder wurden von der Weltradiokonferenz für den Rundfunk vorgesehen:

150—160	kHz[1]) [3])
160—255	kHz[1])
255—285	kHz[1]) [3])
525—535	kHz[1])
535—1605	kHz
2,3 — 2,498	MHz[1]) [3])
3,2 — 3,4	MHz[3])
3,9 — 3,95	MHz[3] [4])
3,95 — 4,0	MHz[3]) [2])
4,75 — 4,995	MHz[3])
5,005 — 5,06	MHz[3])
5,95 — 6,2	MHz
7,1 — 7,15	MHz[2]) [3])
7,15 — 7,3	MHz
9,5 — 9,775	MHz
11,7 — 11,975	MHz
15,1 — 15,450	MHz
17,7 — 17,9	MHz
21,45 — 21,75	MHz
25,6 — 26,1	MHz

Für die Amateure wurden folgende Frequenzbänder vorgesehen:

3,5 — 4,0	MHz
7,0 — 7,3	MHz
14,0 — 14,35	MHz
21,0 — 21,45	MHz
28,0 — 29,7	MHz

1) nur für Europa
2) nur für Region I und II
3) gemeinsam mit anderen Diensten
4) nur für Region III

Außerdem wurden noch zahlreiche Frequenzbänder im Ultrakurzwellenbereich und im Gebiete der Mikrowellen für Rundfunk- und Fernsehzwecke sowie für die Amateure bis hinauf zu 10,500 MHz reserviert. Für die tropischen Zonen gelten besondere Bestimmungen.

Die Zuteilung von Frequenzen für bestimmte Stationen wurde, wie schon erwähnt, in Atlantic City nicht vorgenommen. Dies wurde regionalen Konferenzen vorbehalten. Für den europäischen Bereich wurde bereits beschlossen, im Sommer 1948 in Kopenhagen eine Kontinentale Rundfunkkonferenz abzuhalten, deren äußerst schwierige Aufgabe sein wird, die vielen europäischen Rundfunkstationen in dem zur Verfügung stehenden Frequenzband unterzubringen. Da es sich dabei nicht zuletzt auch um ein politisches Problem handelt, das durch die leider so zahlreichen nationalen „Belange" der verschiedenen Staaten keineswegs erleichtert wird, ist damit zu rechnen, daß nicht allein die technischen Gesichtspunkte ausschlaggebend sein werden.

Es ist nur zu hoffen, daß eine gut vorbereitete österreichische Delegation nach Kopenhagen entsendet werden kann, die dort versuchen muß, wenn nötig, in Anlehnung an Staaten in ähnlicher Lage, das beste für den österreichischen Rundfunk herauszuholen. Es möge hier nur kurz in Erinnerung gebracht werden, daß die letzte europäische Rundfunkkonferenz 1933 in Luzern stattgefunden hat, wo Österreich 2 Hauptwellen, eine nationale und 3 internationale Gemeinschaftswellen zugewiesen wurden. Dieser Stand muß als Ausgangspunkt für die österreichischen Forderungen angesehen werden, da eine spätere europäische Radiokonferenz (in Montreux 1939) bereits nach der Besetzung durch Deutschland stattfand, deren Ergebnisse übrigens praktisch auch von keiner Regierung ratifiziert wurden. Darüber hinaus aber müßte versucht werden, Zugeständnisse für den Ausbau des Österreichischen Rundfunknetzes zu erhalten. Man denke dabei nicht nur an die für ein gesamtösterreichisches Doppelprogramm nötigen Frequenzen, sondern auch an eine Erhöhung der Leistungsgrenzen für einzelne Sender, die mit ihrer derzeitigen Stärke die ausreichende Versorgung des Landes noch nicht gewährleisten.

Die zweite Tagung, die Weltnachrichtenkonferenz, die am 2. Juli 1947 begann, und an der im weseitlichen Regierungsvertreter teilnahmen, war besonders wichtig, weil hier die Revision des Weltnachrichtenvertrages von Madrid 1932 behandelt wurde. Unter verschiedenen anderen organisatorischen Änderungen wurde beschlossen, einen Verwaltungsrat der U. I. T. zu schaffen, mit Fortushenko (U. S. S. R.) als Präsidenten. Außerdem wird eine Geschäftsstelle in Genf eingerichtet, als deren Generalsekretär Dr. Ernst (Schweiz) bestimmt wurde.

(Schluß auf Seite 146)

Randbemerkungen

Sinkende Preise

Die durch das Währungsschutzgesetz verursachte allgemeine Geldknappheit scheint auch im Rundfunkgeschäft eine gewisse wohltätige Wirkung auszuüben. Es mehren sich nämlich schon die Anzeichen dafür, daß die überhöhten Preise der Radioartikel nicht mehr gehalten werden können und daß sich endlich gesündere Verhältnisse anbahnen.

Obwohl die Produktionsziffern der Radioapparate noch immer weit unter den normaler Friedensjahre liegen und dabei gegenwärtig doch mit einem weit höheren Bedarf gerechnet werden muß, zeigt sich, daß kaum jemand heute in der Lage oder gewillt ist, nahezu 2000 Schilling für einen Rundfunkempfänger auszugeben. Dabei muß man bedenken, daß es sich hier gar nicht um Spitzengeräte, sondern nur um Empfänger der guten Mittelklasse handelt, die vor 1938 vielleicht ein Fünftel dieses Betrages gekostet haben, der gut und gerne das Doppelte des durchschnittlichen Monatseinkommens eines ehrlich Arbeitenden bedeutet.

Nachdem ein Export unserer Radioapparate in nennenswertem Maße schon längst nicht mehr möglich ist, stehen wir also vor der Tatsache, daß trotz Unterproduktion auch im Inlande mit Absatzschwierigkeiten zu rechnen ist, eine Gefahr, auf die wir wiederholt hingewiesen haben. Es ist klar, daß es heutzutage nicht leicht ist, gute und dabei billige Radioapparate zu erzeugen. Die wenigen Geräte, die noch im Ausland abgesetzt werden können, müssen unter den Gestehungskosten verkauft werden, nur um notwendige Materialien, z. B. H.-F.-Litze beschaffen zu können. Auch die verschiedenen Unterlieferanten verkaufen heute ihre Erzeugnisse an die Empfängerfabriken zu Preisen, bei denen man sich an den Kopf greifen muß. So werden z. B. für die zum Teil noch keineswegs friedensmäßigen Holzgehäuse bis zu mehreren Hundert Schilling pro Stück verlangt!

Daß es aber möglich ist, trotzdem die Preise zu senken, ist daran zu erkennen, daß schon da und dort solche Maßnahmen durchgeführt oder zumindest ins Auge gefaßt wurden. Soll aber die österreichische Radiowirtschaft auf die Dauer ihren zahlreichen Beschäftigten eine Erwerbsmöglichkeit geben, so müssen große Serien von guten Apparaten hergestellt werden können, die aber nur zu verkaufen sind, wenn die Verkaufspreise ganz erheblich unter den bisherigen Beträgen liegen werden. Von allen beteiligten Stellen, wozu auch das Handelsministerium gehört, ist hier der Hebel anzusetzen. Es geht nicht an, daß einige wenige Geräte zu überhöhten Preisen verkauft werden können, und damit der angestrebte Gewinn erzielt wird, die große Masse aber nicht in der Lage ist, endlich wieder einen Empfänger anzuschaffen. Wir werden uns vielleicht noch ausführlicher mit diesem Gegenstande zu beschäftigen haben, aber heute kann schon gesagt werden, daß das Sinken der Preise, das bisher aus bekannten Gründen verhindert wurde, durch den Geldmangel erzwungen werden wird.

In diesem Zusammenhang kann auch vermerkt werden, daß die anlaufende Röhrenproduktion bereits erfreulicherweise dazu geführt hat, die Schleichhandelspreise zu senken. Wenn, wie angekündigt wurde, demnächst auch die Erzeugung von Ersatztypen für einige früher gebräuchliche Röhren aufgenommen wird, so ist mit einer weiteren Preisreduktion zu rechnen. Erwünscht wäre bloß noch, daß auch die legalen Preise der neuen Röhren möglichst niedrig gehalten werden. Im übrigen liegt es wie bei allen diesen Dingen zum großen Teil auch bei den Konsumenten selbst. Man überlege, gleichgültig ob es sich um Neuanschaffung, Ersatz oder Reparatur handelt, ob es sich heute noch lohnt, dafür Überpreise zu bezahlen.

Rundfunkparadies Wien

Um Weihnachten hat der neue britische Sender in Schönbrunn, der das Programm der Sendergruppe Alpenland überträgt, den Betrieb aufgenommen. Die Wiener haben dadurch jetzt die Auswahl zwischen nicht weniger als vier Rundfunkprogrammen in deutscher Sprache, eine Annehmlichkeit, um die uns sogar manche amerikanische Großstadt beneiden würde. Dazu kommen noch die Darbietungen der für die Besatzungstruppen arbeitenden Sender.

Leider fällt mancher Wermutstropfen in diesen Freudenbecher. Zunächst einmal geht dieser Rundfunkluxus auf unsere Kosten, außerdem aber haben viele Hörer gar keinen Vorteil, sondern im Gegenteil einen beträchtlichen Nachteil davon. Der neue Wiener Sender der Gruppe Alpenland arbeitet nämlich mit erheblicher Stärke, auf 1285 kHz, also knapp neben dem etwas schwächeren Sender Wien II mit 1312 kHz. Während zahlreiche Wiener Hörer bisher schon erhebliche Schwierigkeiten hatten, den Sender Wien II und den Wiener Sender Rot-Weiß-Rot (1429 kHz) voneinander zu trennen, ist das Auseinanderhalten von Wien II und Alpenland vielfach praktisch unmöglich. Es darf ja nicht übersehen werden, daß zahlreiche Familien gezwungen sind, mit einfachen Geradeausempfängern (Volksempfänger, DKE usw.) zu hören, die natürlich hinsichtlich der Trennschärfe bei weitem nicht den jetzt gestellten Anforderungen entsprechen. Aber auch bei großen Empfängern, die an sich über eine genügende Selektivität verfügen, ist es oft infolge gegenseitiger Beeinflussung benachbarter Empfänger nicht möglich, jeden der Wiener Rundfunksender ungestört zu empfangen. Auch die Kreuzmodulation, die infolge der relativ großen Feldstärke der Sender im Stadtgebiet häufig in beträchtlicher Stärke auftritt, trägt zu diesem Übelstand bei.

So kommt es also vor, daß viele Hörer jetzt zwei oder drei Rundfunkprogramme zu gleicher Zeit hören, was nicht gerade angenehm ist und vor allem auch den Zweck nicht erfüllt, den man bei der Errichtung der Sender wohl angestrebt hat. Dies scheint man auch schon eingesehen zu haben, denn versuchsweise arbeitete der neue Wiener Sender der Sendergruppe Alpenland schon auf einer geeigneteren Wellenlänge. Wenn auch durch einen Wellenwechsel wieder eine gewisse Verbesserung herbeigeführt wird, so wäre doch zu hoffen, daß die erstrebte Vereinheitlichung des österreichischen Rundfunks bald Tatsache wird. Denn erst dann werden die Maßnahmen getroffen werden können, die eine zufriedenstellende Rundfunkversorgung unseres Landes gewährleisten, soweit es wenigstens die uns zugewiesenen Wellenlängen gestatten.

Alliierte zur Rückgabe unserer Radiosender bereit

Wie bereits durch die Tagespresse gemeldet, wurde seitens der amerikanischen Besatzungsbehörden als Antwort auf die bekannten Schritte der Regierung mitgeteilt, daß sie bereit wären, die Rundfunksender wieder der österreichischen Verwaltung zurückzugeben, unter der Voraussetzung, daß auch die anderen Besatzungsmächte die gleiche Maßnahme treffen. Damit scheint nun ein wesentliches Hindernis, das bisher der Wiedervereinigung der östereichischen Rundfunkstationen im Wege stand, beseitigt zu sein.

Bisher hatte man nämlich aus verschiedenen inoffiziellen Mitteilungen entnommen, daß das amerikanische Element einer Rückgabe nur dann zustimmen könnte, wenn jede staatliche Kontrolle des Rundfunks vermieden würde. Da aber in der erwähnten Verlautbarung davon nicht mehr die Rede ist, andrerseits aber allgemein bekannt ist, daß in dem Entwurf für die zukünftige Organisation des österreichischen Rundfunks gerade diese Aufsicht des Staates bzw. der Bundesländer enthalten ist, muß angenommen werden, daß auf diesen Vorbehalt verzichtet wurde. Die britischen Besatzungsbehörden haben kürzlich ebenfalls ihre Absicht bekanntgegeben, die Rundfunksender in ihrer Zone zurückzugeben und auch von russischer Seite wurde eine ähnliche Erklärung abgegeben. Es ist nun zu hoffen, daß eingehendere Verhandlungen über die Durchführung aufgenommen werden können.

Die beteiligten österreichischen Stellen werden dabei nun zu klären haben, ob bei einer allfälligen Rückgabe sämtlicher Sender die Besatzungsmächte noch immer Einfluß auf das Programm bzw. die Nachrichtensendungen werden nehmen wollen. Bei voller Anerkennung der Rechte der Alliierten wäre natürlich erwünscht, wenn nicht nur die Verwaltung, sondern auch das Programm vollständig Österreich überlassen würde. Sollte man seitens der Besatzungsmächte aber der Meinung sein, auf eigene Propagandasendungen nicht verzichten zu können, so würde der Ausbau der bereits eingeführten alliierten Stunde wohl die beste Möglichkeit dazu bieten. Auf die Kennzeichnung einer Sendung der Besatzungsmächte als solche wäre sicherlich einiges Gewicht zu legen.

Radar

Grundlagen und Leistungsfähigkeit

Von Dr. Herbert Steyskal

Der Begriff Radar ist bereits zu einem Schlagwort der Gegenwart geworden. Dieses elektrische Verfahren, knapp vor dem Ausbruch des zweiten Weltkrieges ersonnen, während des Krieges in ungeheurem Tempo weiter entwickelt und zu größter militärischer Tragweite gelangt, wird auch in Zukunft für den Neuaufbau ziviler Einrichtungen von nachhaltiger Bedeutung sein. Infolge der Geheimhaltung aller darauf bezüglichen Dinge ist dieses interessante Verfahren (in Deutschland mit „Funkmeßverfahren" bezeichnet) noch weiten Kreisen unbekannt. Da überdies seine technische Durchführung mit einer auch für andere Gebiete des Nachrichtenwesens bedeutungsvollen Entwicklung der Technik kürzester Wellen verbunden war, möge im folgenden eine kurze Darstellung der Grundlagen und Leistungsfähigkeit dieses Prinzips und der dazu benötigten technischen Einrichtungen gegeben werden.

Der Ausdruck Radar ist durch Zusammenziehung von mehreren, das Prinzip kennzeichnenden Worten der englischen Sprache entstanden u. zw.:

RAdio **D**etection **A**nd **R**anging
(Radio Entdeckung und Entfernungsmessung)

Hiermit ist alles wesentliche schon angedeutet; es handelt sich um eine Anwendung der drahtlosen elektrischen Wellen, die es ermöglicht, Gegenstände zu entdecken und gleichzeitig ihre Entfernung zu messen. Dabei ist es unwesentlich, ob die aufzusuchenden Objekte infolge ihrer Entfernung dem menschlichen Auge unsichtbar oder durch Dunkelheit, Wolken oder Nebel verborgen sind. Gerade dieser Vorzug unterstreicht die Bedeutung des Verfahrens auch für die zivile Navigation zu Wasser und in der Luft. — In einer seiner letzten Entwicklungsstufen ermöglicht es aber nicht nur die Existenz von Objekten a n z u z e i g e n, die dem menschlichen Auge infolge der atmosphärischen Bedingungen unsichtbar sind, sondern sogar ihre Umrisse aufzuzeichnen, wodurch eine Art direktes Sehen ermöglicht wird.

Grundsätzlich betrachtet, stellt das Radarprinzip die genaue Nachbildung des physikalischen Vorganges beim Sehprozeß des menschlichen Auges dar. Es kann daher die Arbeitsweise durch ein Analogon aus der Lichtoptik erläutert werden. Ein solcher Vergleich liegt nahe, wenn man die enge Verwandtschaft der kurzen elektrischen Wellen mit den Strahlen des sichtbaren Lichtes in Betracht zieht. Lichtstrahlen und Rundfunkwellen, ebenso wie z. B. Röntgen- und Wärmestrahlen sind ja nur verschiedene Bezeichnungen für physikalisch wesensgleiche Erscheinungen, nämlich für elektromagnetische Wellen, die sich nur durch die Wellenlänge unterscheiden (Abb. 1). Der Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes umfaßt nur einen winzigen Ausschnitt aus der gesamten bekannten Wellenlängenskala, nämlich die Wellen von rund 400 bis 800 m. ($1\ m\mu = 10^{-6}$ mm). Die in Richtung der längeren Wellen anschließenden Wärmestrahlen bilden das Bindeglied zu dem rein elektrotechnisch (unter Benützung von elektrischen Schwingungskreisen) erzeugten Wellenband, das sich von den Wellenlängen bei rund 1 mm bis zu vielen km erstreckt.*) In diesem Intervall liegen die in der Radartechnik angewandten Dezi- und Zentimeterwellen, deren charakteristische Eigenschaften im folgendem kurz gestreift werden sollen.

Die Rundfunkwellen, die in dem Band von 10 bis 2000 m liegen, haben die Eigenschaft, daß sie sich entlang der gekrümmten Erdoberfläche ausbreiten können. Alle Wellen unterhalb von etwa 10 m pflanzen sich hingegen in zunehmendem Maße nur mehr geradlinig fort. Dieser Effekt ist ab 1 m Wellenlänge schon so stark ausgeprägt, daß sich diese Wellen von denen des sichtbaren Lichtes in dieser Hinsicht nicht mehr unterscheiden. Die Schwingungen im Bereich von 1 m bis 1 cm Wellenlänge teilen mit den Rundfunkwellen die Eigenschaft, dielektrische Körper durchdringen zu können, nur mehr in beschränktem Maße. Gase, insbesondere Luft, ferner Wolken, Regen usw. bilden für diese Wellen zwar noch keinerlei Hindernisse, doch an Flüssigkeitsoberflächen und festen Körpern werden sie ähnlich den Lichtwellen stark reflektiert. Metalle reflektieren die Dezi- und Zentimeterwellen völlig. — Auf dem unterschiedlichen Reflexionsvermögen der einzelnen Stoffe gegenüber den Dezi- bzw. Zentimeterwellen beruht die Wirkungsweise jener Sichtgeräte, die ein Bild der Erdoberfläche zu entwerfen erlauben.

Mit den Lichtwellen haben dm- und cm-Wellen gemeinsam, daß sie sich durch geeignet geformte metallische Reflektoren bündeln lassen, wodurch sozusagen „Scheinwerfer" auch für diese Wellen hergestellt werden können. Schließlich muß noch eine bei Wellenvorgängen allgemein gültige Erscheinung hervorgehoben werden: die einwandfreie Abbildung eines Gegenstandes durch Wellen irgendwelcher Art ist unmöglich, sofern seine geometrischen Abmessungen kleiner als eine Wellenlänge der benutzten Strahlung ist oder auch nur in derselben Größenordnung liegt. Deshalb wäre z. B. die prinzipielle Grenze für das Abbildungsvermögen von Dezimeterwellen bei Gegenständen von Linearabmessungen unter 1 m gegeben, wenn nicht der weiter unten näher zu besprechende Einfluß der Strahldicke schon viel früher eine Schranke ziehen würde, so daß das Radarverfahren auf die Feststellung von größeren Objekten beschränkt bleibt. Die Verwendung noch kürzerer Wellen würde theoretisch dem wohl abhelfen können, doch ist einerseits die derzeitige Technik noch nicht in der Lage, solche Wellen zu erzeugen und andererseits ist stärkere Absorption der Wellen durch Nebel und Wolken zu befürchten.

Nach diesen Hinweisen auf die enge Verwandtschaft der Dezi- und Zentimeterwellen mit den Lichtwellen kann das Radarprinzip auf folgende Weise veranschaulicht werden: Das „Sehen" eines Objektes erfolgt bekanntlich in der Weise, daß von einer Lichtquelle, z. B. einem Scheinwerfer, Lichtstrahlen auf das Objekt fallen und von dort, sofern es sich nicht gerade um einen spiegelnden Körper handelt, diffus, d. h. nach allen Richtungen des Raumes zurückgeworfen werden. Ein kleiner Bruchteil der zugestrahlten Lichtmenge gelangt dadurch schließlich auch in das Auge des Beobachters. Dieser Vorgang wird beim Radarprinzip genau nachgeahmt (Abb. 2 a): Eine Strahlungsquelle für Zentimeterwellen, aus einem Generator und einer Antenne bestehend, „beleuchtet" den zu untersuchenden Raumausschnitt. Ein von den elektrischen Wellen getroffener Gegenstand sendet nun je nach seinem Reflexionsvermögen einen Teil der Energie in Richtung des Scheinwerfers zurück, in dessen Nachbarschaft ein Empfänger aufgebaut ist. Die nach allen Richtungen schwenkbare Empfangsantenne besteht aus einem im Brennpunkt eines rotationssymmetrischen, parabolischen Reflektors angeordneten Dipol und weist daher eine Richtcharakteristik auf. Sie ergibt ein Empfangsmaximum, wenn ihre Symmetrieachse zum reflektierenden Objekt zeigt. Die aufgefangene, außerordentlich schwache Energie wird einem Verstärker zugeführt und schließlich mit Hilfe eines Braunschen Rohres dem menschlichen

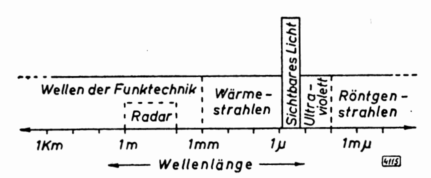


Abb. 1. Das Spektrum der elektromagnetischen Wellen

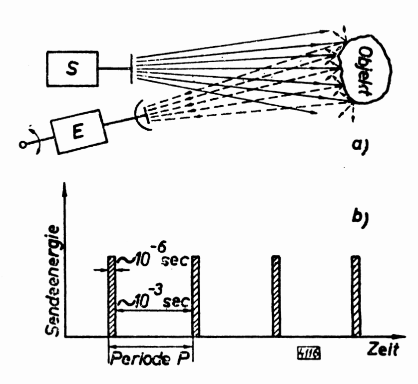


Abb. 2. Arbeitsprinzip einer Radaranlage

*) Die Erzeugung von Wellen unterhalb 1 mm Wellenlänge ist bisher praktisch nur durch atom- oder molekularphysikalische Prozesse möglich.

Auge sichtbar gemacht. Damit wäre der erste Teil der Aufgabe gelöst, nämlich die Anwesenheit eines Gegenstandes in einer bestimmten Richtung des Raumes durch die Stellung der Antenne angezeigt.

Darüber hinaus kann aber auch gleichzeitig die Entfernung des Objektes auf folgende Weise gemessen werden: Anstelle einer kontinuierlichen „Lichtstrahlung" werden in regelmäßigen Zeitabständen „Lichtblitze" (sog. Impulse) ausgesandt, indem man den Sender nur kurzzeitig einschaltet. Einerseits wird dadurch vermieden, daß die außerordentlich große Sendeenergie im Falle der kontinuierlichen Ausstrahlung das schwache Echo im Empfänger überdeckt und andererseits wird durch die zeitliche Begrenzung des Wellenzuges ermöglicht, die Zeitdifferenz zwischen Start und Ankunft der Wellengruppe, d. h. die Laufzeit zu messen. Aus Laufzeit und Geschwindigkeit (300.000 km/s) errechnet sich dann der Weg, d. i. der doppelte Objektabstand. Die im Vergleich zur Impulsdauer lange Pause („Dunkelzeit") dient dazu, den reflektierten Impuls (das „Echo") störungsfrei aufzufangen. Abb. 2 b veranschaulicht den geschilderten zeitlichen Ablauf des Sendevorganges. Die Pausenlänge richtet sich natürlich nach dem Entfernungsbereich, in welchem Objekte gesucht werden. Der z. B. von einem 300 km entfernten Gegenstand reflektierte Impuls kehrt nach einer Laufzeit von 0,002 Sek. wieder. Die Pausen liegen also in der Größenordnung von Millisekunden und darunter, da im allgemeinen die irdischen Beobachtungsräume keine größere Tiefenausdehnung als 300 km aufweisen werden. Die Impulsdauer selbst beträgt nur rund 1 Millionstel Sekunde.

Zunächst sei an Hand von Abb. 3 eine schematische Darstellung des Aufbaus einer Radaranlage gegeben, die ermöglicht, Standort und Entfernung eines festen oder beweglichen Objektes (Flugzeug, Schiff, Eisberg usw.) festzustellen. Abweichend von dem in Abb. 2 a angedeuteten Schema arbeiten hier Sender und Empfänger auf eine gemeinsame Antenne mit Richtcharakteristik nach Art eines Scheinwerfers. Es liegt ja nahe, die bloß während der kurzen Sendeimpulse benötigte Sendeantenne in den Pausen als Empfangsantenne zu benützen — ein Gedanke, der sich ganz allgemein bei Radargeräten durchgesetzt hat. Es ist hierzu bloß nötg, durch eine automatisch gesteuerte Umschaltvorrichtung U die Antennenzuleitung wechselweise an den Sender bzw. Empfänger zu legen. Dadurch soll einerseits beim Sendevorgang die Übersteuerung des Empfängers und

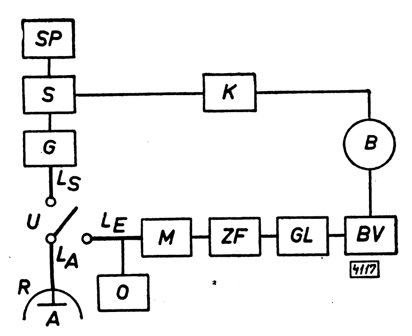


Abb. 3. Blockschema einer Radaranlage

beim Empfang eine Schwächung des Signals durch Verluste im Sendeteil verhütet werden.

Der Generator G wird von der Spannungsquelle SP gespeist und durch eine Schalteinrichtung S automatisch „getastet", d. h. zur periodischen Aussendung von Impulsen veranlaßt, die über die Leitungen Ls und La zu der mit dem Reflektor R ausgestatteten Antenne A gelangen. Der Empfänger arbeitet nach dem Überlagerungsprinzip. Die im Oszillator O erzeugte Hilfsfrequenz wird in der Mischstufe M mit der Frequenz des Echos gemischt und die Zwischenfrequenz in üblicher Weise im Verstärker ZF verstärkt, in der Stufe GL gleichgerichtet und die niederfrequenten Impulse schließlich nach nochmaliger Verstärkung in dem Breitbandverstärker BV dem Braunschen Rohr B in Form von kurzzeitigen Gleichspannungsstößen zugeführt.

Im vorliegenden Fall möge das Rohr zwei gekreuzte Ablenkplattenpaare besitzen. Das waagrechte Paar erhält nun aus dem Gerät K eine zeitlineare Kippspannung um in der üblichen Weise eine Zeitachse aufzuzeichnen, während das senkrechte Paar am Verstärkerausgang liegt. Die Kippspannung aus K liefert aber nicht nur die Zeitlinie für das Schirmbild, sondern steuert auch gleichzeitig die periodische Wiederholung des Sendeimpulses über das Schaltgerät S. Die gesamte Zeitachsenlänge entspricht daher genau einer Sendeperiode P (Abb. 2 b). Bei der Aussendung eines Impulses wird nun trotz weitgehender Verriegelung bzw. Abschaltung des Empfangskreises ein kleiner Bruchteil der Sendeenergie direkt in den Empfänger gelangen und so das Signal 1 (Abb. 4 a) erzeugen. Damit ist der Start eines Impulses auf der Zeitachse festgelegt.

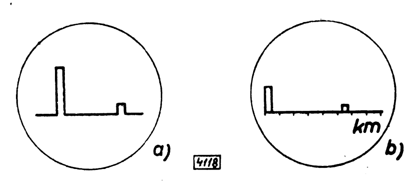


Abb. 4. Leuchtschirmbild

Die Ankunft des Echos ruft einen dem Signal 1 konformen Spannungsstoß hervor, wodurch die Zacke 2 entsteht. Ihre Lage auf der Zeitlinie ist ein Maß für die Entfernung des Objektes. Bei genauer Kenntnis und höchster Konstanz der Kippfrequenz kann die horizontale Achse direkt in km geeicht werden, wenn außerdem entweder durch geeignete Steuerung des Sendeimpulseinsatz mittels der Kippfrequenz oder durch einen Phasenschieber die direkte Zacke 1 an den Beginn der Zeitachse geschoben wird (Abb. 4 b).

Die Unterscheidbarkeit mehrerer gleichzeitig angestrahlter Objekte bzw. die unterste Grenze für eine Entfernunsmessung wird einerseits durch die Schärfe des ausgesandten Strahlenbündels, andererseits durch die Dauer des Sendeimpulses bedingt. Zwei Gegenstände, die hinsichtlich des Suchstrahls räumlich hintereinanderliegen, können auf dem Leuchtschirm nur dann zwei getrennte Echos ergeben, wenn die Laufzeitdifferenz zwischen ihnen größer als die Impulsdauer ist, da andernfalls die beiden Impulse einander zum Teil überdecken. Man strebt daher möglichst kurzzeitige Impulse an; so begrenzt z. B. eine Impulsdauer von 10^{-6} sek. das Auflösungsvermögen der Suchanlage mit 300 m Abstandsdifferenz von zwei hintereinander liegenden Objekten. Gleichzeitig stellt dieser Wert die Mindestentfernung dar, die mit dieser Impulslänge festzustellen ist.

Eine interessante Anwendung des geschilderten Verfahrens zeigt übrigens die Abbildung auf Seite 53 der Radio-Rundschau Nr. 4/1946. Es ist die photographische Wiedergabe des Echos eines von der Erde zum Mond gesandten Radar-Impulses, wie es sich auf dem Leuchtschirm der Braunschen Röhre abbildete. Der direkte Senderimpuls erscheint in erheblicher Größe am Anfang der (nachträglich aufprojizierten) Entfernungsskala, doch auch das Echo des Mondes ist rechts sehr deutlich zu erkennen — ein bemerkenswertes Beispiel für die Leistungsfähigkeit des Radarprinzips.

Verhilft das bisher geschilderte Verfahren schon zu recht brauchbaren Geräten zum Aufspüren einzelner Objekte, so ist seine Anwendbarkeit doch ziemlich eingeschränkt. Es ermöglicht nämlich nur Einzeldinge vor einem sonst gleichmäßigen Hintergrund zu suchen, z. B. Schiffe auf der Meeresoberfläche oder Flugzeuge im Luftraum, wobei es in seiner Wirkungsweise völlig dem suchenden Scheinwerfer entspricht. Außerdem kann man dabei noch nicht von einem direkten „Sehen" sprechen, da jeder Gegenstand nur indirekt durch eine bestimmte geometrische Figur, die Impulszacke, angezeigt wird.

Die Leistungsfähigkeit des Rückstrahlprinzips ist damit aber bei weitem noch nicht erschöpft, wie an dem folgenden Gerät gezeigt werden soll. Dieses, ein sog. „Panoramagerät", ermöglicht geradezu naturgetreue Abbilder der angestrahlten Objekte zu geben. Es nähert sich weitgehend dem natürlichen menschlichen Sinneseindruck, indem es Bilder liefert, wie sie sich dem Beobachter einer Landschaft aus der Vogelschau bieten.

An dem in Abb. 3 geschilderten Arbeitsprinzip wird nichts Wesentliches geändert. Ein leistungsfähiger Mikrowellensender strahlt impulsförmig Wellenzüge in den Raum, die nach einer gewissen Laufzeit als Echo der angestrahlten Objekte vom Empfänger aufgenommen, verstärkt und gleichgerichtet werden. Der Unterschied liegt bloß in der Richtcharakteristik der Antenne und in der Verwen-

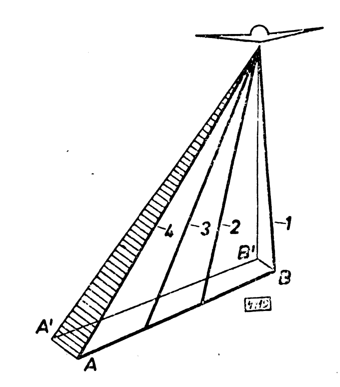


Abb. 5. Die Strahlung der Flugzeugantenne

dung einer anderen Art der Braunschen Röhre.

Zur Ausstrahlung dient eine Antenne, deren Strahlungscharakteristik im wesentlichen die Form einer dünnen dreieckigen Scheibe hat. Abb. 5 zeigt schematisch diese gegen die Erde gerichtete Strahlungsscheibe der Antennenanlage eines Flugzeuges. Die Laufzeiten der Wellen in den Richtungen 1, 2, 3, 4 sind verschieden lang und daher kommen bei Aussendung eines Impulses die Echos, die den einzelnen Strahlen 1, 2, 3 und 4 entsprechen, zeitlich hintereinander im Empfänger an. Die Reflexionseigenschaften des Erdbodens entlang der durch die Fußpunkte von 1, 2, 3, 4 angedeuteten Geraden AB bzw. des Rechteckes A B B_1 A_1 werden nacheinander in Form verschiedener Echointensitäten vom Empfänger aufgenommen und die gleichgerichtete Spannung am Ausgang gibt in ihrem zeitlichen Verlauf ein elektrisches Abbild des angestrahlten Bodenstreifens.

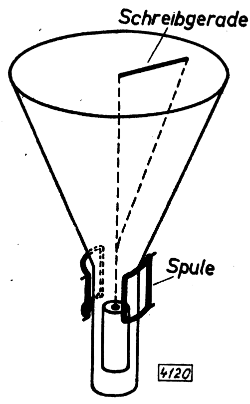


Abb. 6. Magnetische Strahlablenkung (Schema)

Indem nun diese veränderliche Gleichspannung dem Wehneltzylinder einer Braunschen Röhre zugeführt und zur Hellsteuerung des Strahles verwendet wird, kann bei gleichzeitiger geradliniger Ablenkung des Strahles vom Schirmmittelpunkt aus mit Hilfe einer Kippspannung ein Abbild der Bodenstrecke AB geschrieben werden. Die Dauer eines Kippvorganges entspricht dabei der Laufzeitdifferenz zwischen den Strahlen 1 und 4. Z. B. deuten helle Stellen der Leuchtschirmgeraden gut reflektierende Bodenstrecken an.

Durch Rotation der Antenne um eine vertikale Achse kann nun leicht mit der schmalen Strahlungsscheibe eine große kreisförmige Fläche unterhalb des Flugzeuges abgetastet werden. Die Aufzeichnung der Echos kann in verschiedener Weise erfolgen. Eine einfache Methode ist, die Kippspannung die den Strahl geradlinig von der Schirmmitte zum Rand lenken soll, einer um den Röhrenhals gelegten elektromagnetischen Ablenkspule zuzuführen (Abb. 6). Läßt man nun bei fortwirkender Kippspannung die Ablenkspule langsam um den Röhrenhals rotieren, so wird sich die Schreibgerade, ähnlich der Speiche eines Wagenrades auf dem Leuchtschirm, drehen. Läuft die Spule synchron mit der Antenne, so entspricht die Leuchtschirmgerade in ihrer Lage auf dem Schirm genau der Stellung der Antenne bzw. ihrer Strahlungsscheibe im Raum. Die Echos werden also getreu dem Ort ihrer Herkunft auf dem Schirm sichtbar sein. Erfolgt die Antennendrehung genügend rasch, so werden im Verein mit einer gewissen Nachleuchtdauer des Schirmes die Einzelvorgänge bei der Niederschrift des Bildes vom Auge nicht mehr aufgelöst und das elektrische Reflexionsbild der abgetasteten Landschaft erscheint mit einem Male („Panoramagerät"). In Abb. 7 ist die Entstehung des Leuchtschirmbildes nochmals schematisch skizziert, wobei a) die Abtastung des Bodens, auf dem sich z. B. eine ringförmige, gut reflektierende Schicht befinden möge, durch die Strahlungskeule in den 4 willkürlichen Stellungen I, II, III, IV andeutet und b) das entsprechende Leuchtschirmbild zeigt.

Da ein solches Bild mit einer ziemlich dicken Strahlungsscheibe aufgenommen wird, bleiben feinere Einzelheiten unaufgelöst. Die Dicke der Scheibe ist durch die Divergenz der Strahlen infolge ungenügender Reflektorwirkung des Richtantennensystems bedingt. Die Bündelungsfähigkeit eines Reflektors steigt mit dem Verhältnis von Reflektordurchmesser: Wellenlänge. Da die Reflektoren, insbesondere in Flugzeugen, nicht übermäßig große Gebilde sein dürfen, ist eine bessere Bündelung und damit eine größere Auflösung der Bildeinzelheiten nur durch Verkürzung der Wellenlänge zu erreichen. Die Geräte durchliefen daher in rascher Folge drei Entwicklungsstufen: 10 cm – 3 cm – 1 cm Wellenlänge.

Im allgemeinen erscheint die Landschaft auf dem Leuchtschirm in der gleichen Weise, wie sie sich dem Betrachter aus der Vogelschau bietet. Die Unterschiede zwischen dem Reflexionsvermögen der angestrahlten Objekte gegenüber cm-Wellen einerseits und Lichtwellen andererseits sind nicht so entscheidend, daß sie die Erkennbarkeit der Gegenstände wesentlich beeinträchtigen würden.

Eine Veranschaulichung dieser Behauptung bietet Abb. 8, die eine vom Flugzeug aufgenommene Radaransicht des New-Yorker Stadtteiles Manhattan zeigt. Der Hudsonfluß mit Brücken, Hafenanlagen und Schiffen, die bebaute Fläche des Stadtteiles auf der rechten Bildhälfte und ein Teil des Central-Parks auf der linken Bildseite sind deutlich zu erkennen. Im Zentrum des Bildes ist ein größerer, nicht aufgelöster Fleck, welcher durch die Laufzeit des lotrecht nach unten gerichteten Strahles bedingt wird. Erst nach seiner Ankunft kann die Aufzeichnung des Bildes nach außen hin beginnen. Gleichzeitig weist dieser Fleck auf den Standort des Flugzeuges während der Aufnahme hin. — Da übrigens der radial nach außen fegende Elektronenstrahl unabhängig von jedem Echo zu bestimmten Zeitpunkten kurzzeitig hell gesteuert werden kann, lassen sich Entfernungsmarken auf der Schreibgeraden einzeichnen. Auf diese Weise überzieht man das gesamte Schirmbild mit konzentrischen Kreisen, die z. B. in der vorliegenden Abbildung den jeweiligen Abstand von einer Meile kennzeichnen.

Ist an obigen zwei Ausführungsformen von Radargeräten das grundlegende Arbeitsprinzip hervorgehoben und die Leistungsfähigkeit veranschaulicht worden, so bieten diese Geräte auch bei näherer Betrachtung eine Fülle interessanter Einzelheiten. Stellen sie doch Einrichtungen dar, in denen praktisch sämtliche Erkenntnisse der modernen Mikrowellenforschung technisch verwertet worden sind und deren Einzelteile sich schon äußerlich vielfach von den bisher bekannten Aufbauelementen der Funktechnik unterscheiden. Unter Hinweis auf die entsprechenden Bezeichnungen im Blockschema der Abb. 3 seien im folgenden die wichtigsten Einzelheiten gestreift, da sie ein Bild von den Fortschritten der Mikrowellentechnik im letzten Jahrzehnt vermitteln.

Der Grundgedanke des Radarsystems, die von einem Objekt reflektierten Wellen wieder aufzufangen, bedingt zunächst infolge der meistenteils diffusen Reflexion, daß nur *ein* außerordentlich geringer Bruchteil der Sendeenergie zum Empfänger gelangt. Es handelt sich hierbei größenordnungsmäßig um eine Schwächung mit dem Faktor 10^{-10} bis 10^{-16}, so daß bei einer aus Gründen der Störungsfreiheit geforderten Empfangsenergie von 10^{-10} bis 10^{-11} W unter Umständen eine Senderleistung von 10^5 bis 10^6 W (d. h. 100 bis 1000 kW) nötig wird — ein Wert, der z. B. die Maximalleistung der ortsfesten Rundfunkstationen darstellt.

Vor einem Jahrzehnt noch war die Erzeugung von Wellen unterhalb der 10 cm-Grenze ein ungelöstes Problem, geschweige denn, daß man an so enorme Senderleistungen denken konnte. Die Lösung der Aufgabe gelang überhaupt nur deshalb, weil diese Leistungen immer nur während der äußerst kurzen Impulsdauer benötigt werden und bis zur Aussendung des nächsten Impulses eine rund 1000mal so lange Pause verstreicht; die mittlere Belastung des Senderohres beträgt dem-

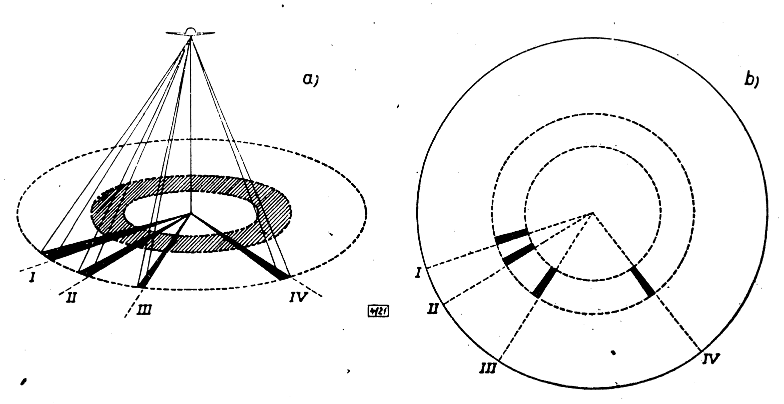


Abb. 7. Die Entstehung des Schirmbildes

nach nur den 10^{-3} Teil, entsprechend einer Anodenverlustleistung von einigen Hundert Watt. Doch auch dieser Wert ist noch sehr hoch und es war einer der entscheidendsten Fortschritte, daß die Entwicklung einer speziellen Abart des Magnetrons (Generator G in Abb. 3) gelang, die als einziger cm-Wellen-Generator die verlangte Leistung erzeugen konnte. Es handelt sich hierbei um ein Magnetron mit mehreren Hohlraumschwingkreisen, auch „Radröhre" genannt. Die Spannungen und Ströme, die diesem Rohr während des Impulses vom Gerät SP geliefert werden müssen, liegen bei 5 bis 30 kV und 10 bis 300 A. — Der zur Verbindung bzw. Trennung von Generator G und Spannungsquelle SP benötigte Kurzzeitschalter S wird vielfach mit Hilfe eines Thyratrons aufgebaut, d. i. eine gittergesteuerte Gasentladungsröhre mit Glühkathode, deren Gasfüllung im vorliegenden Falle zur Erzielung kurzer Entionisierungszeiten aus Wasserstoff besteht.

Die Übertragung der Generatorleistung zur Richtstrahlantenne erfordert ein hochwertiges Leitungssystem (L_S, L_E, L_A in Abb. 3). Die an sich schon lange bekannte konzentrische Rohrleitung bietet u. a. in konstruktiver Hinsicht Schwierigkeiten sobald es sich um eine rotierende Antenne handelt, da dann Außen- und Innenleiter mehrerer Leitungsabschnitte drehbar miteinander verbunden werden müssen. Die Hohlrohrleitung, die aus einem einzigen rohrförmigen Leiter besteht, in dessen Hohlraum das elektromagnetische Feld geführt wird, verringert die erwähnten Schwierigkeiten, so daß sie sich aus diesem und auch noch aus anderen Gründen in Radargeräten durchgesetzt hat. Der im Zuge dieses Leitungssystems liegende Umschalter U besteht in Wirklichkeit nicht aus einem mechanischen Schalter, sondern aus einer sinnreichen Kombination von Leitungsstücken bestimmter Länge und Kurzschlußschaltern in Form von Gasentladungsröhren, sog. „Nulloden". Die Leitungen L_S, L_A und L_E stehen miteinander in direkter, leitender Verbindung und die einzelnen Zweige werden insofern fallweise abgeschaltet, als ihr Eingangswiderstand durch die plötzliche Zündung der an geeigneter Stelle liegenden Nullode mit Hilfe der Transformationseigenschaften der Leitungsstücke sprunghaft auf sehr hohe Werte gesteigert werden kann.

Die Ausbildung von Richtantennensystemen hat ebenfalls eine bedeutende Förderung erfahren. Zur Lösung dieser Probleme erwiesen sich außer den üblichen Dipolantennen mit Reflektoren auch noch die Hornstrahler als sehr geeignet.

Auf der Empfängerseite sind folgende Tatsachen zu beachten: Die außerordentlich schwachen Echos erfordern die Züchtung des Empfängers auf niedrigsten Störpegel. Eine direkte Verstärkung der aufgefangenen cm-Wellen ist derzeit nicht möglich, sondern sie kann bloß nach dem Überlagerungsverfahren erfolgen. Es werden also einerseits Hilfsoszillatoren O für cm-Wellen und andererseits eine geeignete Mischstufe M benötgt. Für den letztgenannten Zweck hat sich die Mischung mittels eines Kristalldetektors aus Gründen des geringeren Störpegels der Mischung mittels Elektronenröhren überlegen erwiesen. In der Entwicklung von fest eingestellten, weitgehend frequenzunabhängigen Kristalldetektoren wurden erhebliche Fortschritte erzielt, wobei besonders mit dem Element Germanium gute Erfahrungen gemacht werden konnten. Welche Bedeutung einer möglichst weitgehenden Verringerung des Empfängerrauschens beigelegt werden muß, wird anschaulich durch das Photo des Mondechos bewiesen, wo die Zeitlinie wie „mit Gras bewachsen" aussieht, was die Erkennbarkeit schwacher Echos offensichtlich begrenzt.

Als Hilfsoszillator O wird derzeit ausschließlich eine geschwindigkeitsmodulierte Elektronenröhre u. zw. ein sog. „Reflexionsklystron" mit einem Schwingungskreis in Form eines dosenförmigen Hohlraumresonators verwendet.

Das Arbeitsprinzip dieser Elektronenröhren, die auch unter der Bezeichnung „Laufzeitröhren" bekannt sind, war erst vor etwa 10 Jahren entdeckt worden. Heute wird es in Röhren verwirklicht, die vielfach in der Stahlröhrentechnik ausgeführt sind, in Größe und Betriebsspannungen den normalen Rundfunk-Empfängerröhren ähneln und im Wellenbereich unter 10 cm Leistungen von rund 0,5 W abzugeben vermögen.

Die mit Hilfe dieser Oszillatoren und des Detektors erzeugte Zwischenfrequenz wird einem vielstufigen Verstärker ZF zugeführt, bei dessen Auslegung besonders auf zwei einander widersprechende Faktoren Rücksicht genommen werden muß, nämlich, daß einerseits das Widerstandsrauschen mit Verengung der Bandbreite abnimmt, aber andererseits gleichzeitig die steilen Flanken der Rechteckimpulse abgeflacht werden, wodurch eine genaue Entfernungsmessung erschwert wird.

Aus diesen wenigen kurzen Hinweisen möge schließlich nur hervorgehen, daß der gesamte Komplex eines Radargerätes eine Ansammlung modernster, z. T. gänzlich neuartiger Bauelemente der Funktechnik enthält, deren eingehende Beschreibung den Rahmen eines einzigen Aufsatzes sprengen würde. Dies sei vielmehr einer Reihe weiterer Einzeldarstellungen vorbehalten.

Literatur:

Holdam, Mc Grath, Cole· Radar for Blind Bombing I, II. Electronics, May, June 1946

D. A. Quarles; Radar System Considerations. Electrical Engineering; April 1946

L. M. Ridenour: Radar in War and Peace Electrical Engineering; May 1946

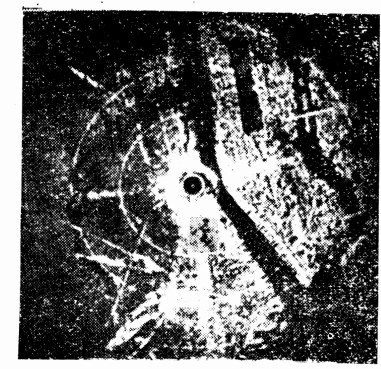


Abb. 8. Radarbild von Manhattan
(Foto: American I. S. B.)

In Kürze

Im April 1947 wurden in den Vereinigten Staaten 1,759.723 Empfänger erzeugt gegenüber 1,377.269 im März, wobei es sich allerdings im ersten Fall um einen Zeitraum von 5 Wochen handelt gegenüber 4 Wochen für den Monat März. Nach dieser von der RMA (Radio Manufacturers Association) veröffentlichten Statistik sind in dieser Produktionsziffer für April 112.256 FM-Empfänger und 7886 Fernsehgeräte enthalten.

Die Gesamtproduktion im ersten Drittel des Jahres 1947 (bis 3. Mai) betrug nicht weniger als 6,081.129 Empfänger, darunter 284.432 FM-Geräte und 26.205 Fernsehempfänger. Sollte diese Produktivität andauern, so ist mit einer Jahreserzeugung von rund 18 Millionen Rundfunkempfängern zu rechnen. (Broadcasting)

Während die Zahl der in England monatlich erzeugten Rundfunkempfänger mit rund 150.000 Stück ungefähr den Betrag der Durchschnittsproduktion des Jahres 1935 erreicht, ist der Anteil der davon exportierten Geräte von 3% im Jahre 1935 auf 30% im Jahre 1947 gestiegen.

In den Vereinigten Staaten denkt man daran, eine beratende Körperschaft für den Rundfunk zu gründen. Neben der FCC, die vor allem für technische Fragen zuständig ist, würde sich diese neue Organisation vorwiegend mit dem Programm der einzelnen Rundfunksender befassen. Bei den Rundfunkgesellschaften besteht merkwürdigerweise anscheinend eine gewisse Bereitwilligkeit, sich einer solchen Einrichtung unterzuordnen. Man führt dies darauf zurück, daß auf diese Weise die bekannte Unzufriedenheit der amerikanischen Hörer mit dem derzeitigen Radioprogramm auf diese Weise etwas von den Rundfunkgesellschaften abgelenkt werden würde. Gegenwärtig soll ein Komitee, das von Personen der vier großen »Networks« gebildet wurde, mit vorbereitenden Arbeiten für diese beratende Körperschaft beschäftigt sein.

Für den Ausbau des Tschechoslowakischen Rundfunks soll bis Ende 1949 eine Summe von einer Milliarde Kronen verwendet werden. Allein für den Bau der Sende- und Studioanlage Pilsen sind 80 Millionen Kronen vorgesehen.

Der Streit um das Recht auf die Antenne geht wieder los, diesmal in Amerika. Während nämlich für den gewöhnlichen Rundfunkempfang eine Hochantenne zwar noch immer das Beste, sicherlich aber auch das Unbequemste und Teuerste ist und nur wenige Radiohörer eine solche benutzen, ist für den UKW-Rundfunkempfang oder gar für Fernsehempfang eine Außenantenne fast unbedingt nötig. Die amerikanischen Hausherren sehen es aber nicht gerne, daß mit der zunehmenden Verbreitung dieser Einrichtungen nun jeder ihrer Mieter seine UKW-Richtantenne auf dem Hausdach errichtet., Um beiden Teilen zu entsprechen und nicht ohne nebenbei wahrscheinlich ein gutes Geschäft zu machen bietet eine amerikanische Firma bereits Gemeinschafts-Fernsehantennen an, die bis etwa 50 Teilnehmern einwandfrei vorsorgen können. Eine solche Anlage kostet rund 10.000 Dollar, ist jedoch auf Raten zu haben . . .

Die Zahl der in Ungarn derzeit in Gebrauch befindlichen Rundfunkempfänger wird nach einer Untersuchung des ungarischen statistischen Büros mit rund 310.000 angegeben, davon rund zirka 150.000 in Budapest.

Die Produktion von Rundfunkempfängern ist in Deutschland noch recht gering. In der britischen Zone, einschließlich des englischen Sektors von Berlin, werden monatlich rund 10.000 Röhrenempfänger und etwa 9000 Detektorgeräte erzeugt. Ein Großteil der Empfänger ist für Bergleute bestimmt, ein weiterer, wesentlicher Teil wird in die sowjetische Zone als Kompensationsware exportiert. Die von den Besatzungsbehörden genehmigte Zahl von monatlich 25.000 Empfangsapparaten konnte bisher wegen Rohmaterialmangel und sonstigen Fabrikationsschwierigkeiten nicht erreicht werden.

In Prag findet vom Mai bis August 1948 eine internationale Rundfunkausstellung statt, die vom tschechoslowakischen Rundfunk zusammen mit der Organisation Internationale de Radiodiffusion (O. I. R.) veranstaltet wird.

Während des Krieges wurden die Ausgaben der Britischen Rundfunkgesellschaft aus Subventionen bestritten. Seit Anfang 1947 wurde nun wieder der frühere Zustand hergestellt, der darin besteht, daß die Kosten des Rundfunks wieder gänzlich durch die Hörergebühren gedeckt werden. Allein der Überseedienst bildet eine Ausnahme, da dieser von der Regierung maßgeblich beeinflußt und auch bezahlt wird. (BBC-Yearbook 1947)

Frequenzmessung mit der Quarzuhr

Von Ing. A. Wurmb*

Die Frequenzmessung ist eine der wichtigsten Aufgaben der Hochfrequenzmeßtechnik. Als Präzisionsmessung wird sie auf eine Zeitmessung zurückgeführt, ist doch die Frequenz als die Zahl der Schwingungen in einer Sekunde definiert. Die höchste erreichbare Genauigkeit der Frequenzmessung ist damit durch die Genauigkeit der Zeitmessung begrenzt. Ohne Übertreibung kann festgestellt werden, daß heute die Zeit und die Frequenz als jene physikalische Größen anzusehen sind, die mit größter absoluter Genauigkeit gemessen werden können.

Ganz langsame Schwingungen mißt man im Prinzip durch Messung ihrer Schwingungsdauer mit Hilfe einer Stoppuhr oder anderen geeigneten Einrichtungen. An wichtigen Tonfrequenzmeßeinrichtungen sind Frequenzmeßbrücken, wie etwa die Wiensche Brücke und neuerdings direkt zeigende Frequenzmesser erwähnenswert. Letztere besitzen gegenüber den umständlicher und zeitraubender zu bedienenden Brücken den Vorteil der direkten Ablesung der Meßfrequenz an einem Instrument. Einer der zur Zeit gebräuchlichsten und besten Frequenzmesser dieser Bauart ist der mit einer gleichmäßigen Skalenteilung und mehreren Meßbereichen von 10 Hz bis 60 kHz ausgegestattete AEG-Frequenzmesser. Bei ihm wird eine Kapazität über ein durch die Meßfrequenz gesteuertes Relais (Röhre) in einer Halbperiode auf Batteriespannung geladen und in der anderen Halbperiode über ein Drehspulinstrument entladen. Das Meßinstrument zeigt dann einen mittleren Strom, dessen Größe der sekundlichen Stromstoßzahl, also der Frequenz, proportional ist.

Die bekanntesten HF-Meßeinrichtungen sind der Resonanz-Frequenzmesser (Absorptions-Frequenzmesser), die Lecher- oder konzentrische Rohrleitung für hohe und höchste Frequenzen und die verschiedenen Arten der auf Schwebungs- oder Interferenz-Verfahren beruhenden Frequenzmesser. Die mit diesen Geräten erzielbaren Meßgenauigkeiten hängen, abgesehen von ihrer durch die mechanisch-elektrische und konstruktive Durchbildung bedingten Einstellgenauigkeiten, naturgemäß von der Genauigkeit ab, mit der diese Geräte selbst geeicht wurden, sowie von der zeitlichen Konstanz der Eichwerte, die durch Einflüsse der Alterung, Temperatur, Erschütterung, Spannungsschwankung usw. bedingt ist. Bei frequenzveränderlichen Schwingungskreisen ist die Konstanz nur gering, etwa 10^{-2} bis 10^{-3} bei frequenzfesten Kreisen max. etwa 10^{-3} bis 10^{-4}. Erst bei Verwendung von Quarzen kommt man auf Genauigkeiten von 10^{-5} bis 10^{-6}, die sich sogar auf 10^{-7} bis 10^{-8} steigern lassen, wenn die Schwingquarze in Thermostaten auf genau gleichbleibender Temperatur gehalten werden. Die Frequenzschwankungen eines solchen temperaturgeregelten Quarzes sind somit nur mehr der $10^{7\text{te}}$ und $10^{8\text{te}}$ Teil des Frequenzwertes. Aus dem Gesagten geht hervor, daß für Präzisionsmessungen ausschließlich feste Normalfrequenzen in Betracht kommen, wie sie von Röhrenoszillatoren mit Quarzsteuerung erhalten werden.

Frequenzmessungen, die auf der Grundlage von festen Normalfrequenzen arbeiten, bezeichnet man mit „Normalfrequenzanlagen". Fast ausschließlich handelt es sich um quarzgesteuerte Normalfrequenzanlagen, auch „Quarzuhren" genannt. Dies deshalb, weil sie fast immer mit einer elektrischen Synchronuhr ausgerüstet sind, die mit der Normalfrequenz betrieben wird. Aufgabe der Normalfrequenzanlage ist es demnach, eine Vielzahl von Eichfrequenzen zu erzeugen, die z. B. von 50 Hz bis ins UKW-Gebiet reichen, derart, daß für jede zu messende unbekannte Frequenz eine nur wenig von ihr verschiedene Normalfrequenz die Messung nach dem Schwebungsverfahren gestattet.

Günstig ist es, das große Frequenzgebiet zunächst grob dekadisch abzustufen, also z. B. 1, 10, 100 kHz und 1 MHz als Grundlage zu wählen. Alle dekadischen Frequenzen werden durch Oberwellenbildung oder durch Frequenzteilung vom Quarzoszillator der Quarzuhr gewonnen, haben also die gleiche Genauigkeit wie der Quarzoszillator.

Für die Oberwellenbildung wird in bekannter Weise der sinusförmige hochfrequente Steuersenderstrom durch Verstärkung an der gekrümmten Kennlinie stark verzerrt. Es entstehen Schwingungen, deren Frequenz jeweils ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist. Ist die Grundfrequenz z. B. 1 kHz, so hat die sogenannte 2. Harmonische 2 kHz, die 3. 3 kHz usw. Die Grundfrequenz ist also dieser Bezeichnung nach selbst die erste Harmonische. Die Oberwellenbildung ist unschwer erzielbar, nicht so die Frequenzteilung, d. i. die Erzeugung sogenannter Subharmonischer. Hiezu stehen oft komplizierte Schaltungen in Anwendung.

Die Frequenzteilung ist nicht anders möglich also so, daß ein Hilfsoszillator verwendet wird, der mit einer Frequenz schwingt, die der gewünschten Teilfrequenz sehr nahe kommt. Durch Beeinflußung der Schwingungen dieses Hilfsoszillators durch die mehrmals ganzzahlig größere Steuerquarzfrequenz kann die Hilfsoszillatorfrequenz so nachgezogen werden, daß die Steuerfrequenz mit einer Oberwelle des Oszillators übereinstimmt. Man spricht von einer Frequenzteilung durch Mitnahme.

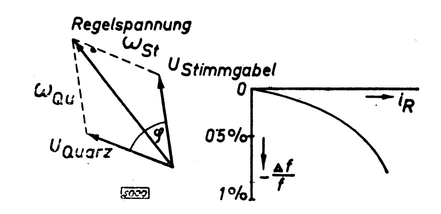


Abb. 1: Regelspannung, Regelstrom und Frequenzkorrektur des Stimmgabeloszillators.

Die Mitnahmeerscheinung zwischen 2 annähernd gleich großen Frequenzen kann man im übrigen auch an jedem Rückkopplungsempfänger beobachten. Wird die Rückkopplung bis über den Schwingungseinsatz angezogen und dann auf eine stärkere Station abgestimmt, so wird zunächst der Schwebungspfiff immer tiefer, um plötzlich ganz zu verschwinden. obwohl der Empfänger noch gar nicht genau auf die Station abgestimmt ist. Beim Weiterdrehen des Abstimmkondensators setzt dann die Schwebung wieder mit einem Pfiff ein. Innerhalb eines bestimmten Verdrehungswinkels ist also nichts zu hören. Man nennt diesen Bereich die Schwebungslücke.

Selbstverständlich gibt es außer Frequenzteilerschaltungen mit Schwingungskreisen noch eine Anzahl anderer Schaltungsarten zur Frequenzteilung, beispielsweise seien angeführt mit Glimmlampen oder Gastrioden arbeitende Kippschaltungen oder Multivibratoren, wie sie von Kippgeneratoren für Kathodenstrahloszillographen her bekannt sind und deren Kippfrequenz durch zwangsweise Synchronisierung oder Mitnahme durch die zu oszillographierende Meßspannung auf einen genauen ganzzahligen Teil der Meßfrequenz gehalten wird.

Allen Frequenzteilerschaltungen haftet *der Nachteil an*, daß der Mitnahme- oder Synchronisierbereich mit größer werdendem Teilungsverhältnis kleiner wird und für gerade Teilzahlen geringer als für ungerade ist. Praktisch kann mit einer Stufe maximal ein Teilungsverhältnis von 11 erreicht werden. Werden größere Teilungszahlen gewünscht, müssen mehrere Teilerstufen hintereinander geschaltet werden.

Besonders elegant ist die Frequenzteilung bei der Quarzuhr vom Physikalisch-Technischen Entwicklungslaboratorium Dr. Rohde und Dr. Schwarz, München, gelöst worden. Bei dieser Normalfrequenzanlage wird mit einer einzigen Stufe eine hundertfache Teilung so durchgeführt, daß die Frequenz eines etwa auf 1 v. T. genauen 1 kHz-Stimmgabel-Röhrenoszillators, durch den Quarz-Normaloszillator mitgezogen wird. Dies erfolgt in der Weise, daß man die Stimmgabel durch magnetische Abbremsung mit Hilfe des Magnetfeldes einer von einem Regelstrom durchflossenen kleinen Hilfsspule ändert. Eine solche Änderung ist um 1 v. T. durchaus möglich. Die Erzeugung des Regelstromes erfolgt so, daß man die looste Harmonische der Stimmgabelfrequenz, also 100 kHz mit den vom Quarzoszilator abgegebenen 100 kHz überlagert und die entstehende Schwebung gleichrichtet. Durch die Gleichrichtung gewinnt man einen im Takte der Frequenzabweichung zwischen Quarzfrequenz und looster Stimmgabelfrequenz schwankenden Gleichstrom.

Besteht, siehe Abbildung 1, zwischen Quarzspannung (U Quarz) und Stimmgabelspannung (U Stimmgabel) z. B.

*) Nach einem Vortrag, gehalten im Rahmen der 3. Vortragsreihe „Radiotechnische und physikalische Neuerungen" der Versuchsanstalt für Radiotechnik am Technologischen Gewerbemuseum Wien und des Gewerbeförderungsdienstes des Bundesministeriums für Handel und Wiederaufbau.

augenblicksweise die Phasenverschiebung φ, so wird bei ein klein wenig größerer Frequenz der loosten Harmonischen der Stimmgabel der Vektor der Stimmgabelspannung den sich mit etwas kleinerer Winkelgeschwindigkeit (ω_{Qu}) drehenden Vektor der Quarzspannung einholen und einen größeren Regelstrom erzeugen, da dieser proportional der geometrischen Summe der beiden Vektoren ist. Wird nun die Regelung so vorgenommen, daß, wie in Abb. 1 gezeichnet, eine Regelstrom-Zunahme eine Stimmgabelfrequenz-Abnahme bewirkt, so wird solange geregelt, bis die Stimmgabelfrequenz genau ein Hundertstel der Quarzfrequenz ist. Dann drehen sich beide Vektoren mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit, der Regelstrom behält den Wert bei, der eben zur richtigen Frequenzkorrektur erforderlich ist. Die Frequenzabweichung entspricht demnach der Geschwindigkeit der Phasenänderung.

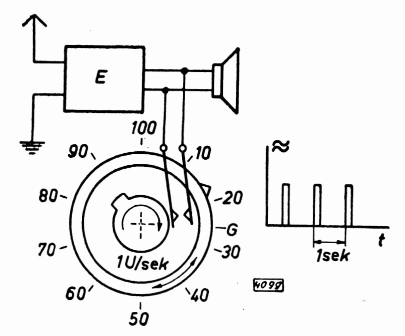


Abb. 2: Gangfehler- und Frequenzfehlerermittlung mit Koinzidenzsignalen.

Mit der so synchronisierten Stimmgabel wird ein 1000 Hz-Synchronometer mit 10 Umdrehungen/sec betrieben, der einerseits über Zahnräder ein Uhrwerk mit Sekunden-, Minuten- und Stundenzeiger betätigt, andererseits mit Hilfe eines kleinen 5-teiligen Polrades in einer diesem fest gegenüberstehenden Spule eine Wechselspannung von 50 Hz induziert. Außerdem wird über eine gekuppelte, sich mit 1 U/s drehende weitere Welle und auf einer auf dieser sitzenden Nocke ein sogenannter 1 Sekunden-Zeitkontakt geschaltet.

Somit liefert die Quarzuhr der Firma Dr. Rhode und Dr. Schwarz 3 Normalspannungen, nämlich 100 kHz, 1 kHz und 50 Hz und mit dem Zeitkontakt Impulse im Abstand einer Sekunde.

Die Frequenz der Rhode- und Schwarz-Quarzuhr weicht nicht mehr als um 1.10^{-7} vom Sollwert ab. Auf den Gang der Uhr umgerechnet ist dies eine Hundertstel Sekunde je Tag. Wie groß diese Genauigkeit ist, wird besonders deutlich, wenn man bedenkt, daß die Uhr nach 20 Jahre langem ununterbrochenem Lauf nur um eine Minute falsch zeigen würde.

Wie eingangs bereits erwähnt, wird die Frequenzmessung auf die Zeitmessung zurückgeführt. Die Eichung der Quarzuhr erfolgt nun mit Hilfe von Zeitzeichen, die ihrerseits auf astronomischen Zeitmessungen fußen. Als Zeitzeichen kommen Kombinationen von Punkt- und Strichsignalen in Frage. Ein bekanntes Zeitzeichen war das vom Deutschlandsender täglich um 13 Uhr ausgesandte 5 Minuten lange ONOGO-Signal mit im Abstand von 1 Sekunde während der 2. und 3. Minute ausgestrahlten kurzen Signalen. Die Dauer des Punktes war 0.1 sek. und 0.1 sek ist auch der vom Synchronometer der Uhr angetriebene Kontakt geschlossen. Schaltet man nun den Zeitzeichenempfänger E, siehe Abbildung 2, mit diesem Sekundenkontakt zusammen, so kann man den Kontakt gegenüber der sich drehenden Nocke von Hand aus so verstellen, daß gerade während des Punktsignales der Lautsprecher kurzgeschlossen wird und der Empfangspfiff im angeschlossenen Lautsprecher verschwindet. Durch Wiederholung der Messung nach einem oder mehreren Tagen ergibt sich bei einem vorhandenen Gangunterschied von etwa einigen Hundertstel Sekunden aus der erforderlichen Berichtigung der Kontaktstellung, damit wieder Signalübereinstimmung erhalten wird, der Gangfehler G in s/Tag und aus diesem der Frequenzfehler:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{G\,(s/Tag)}{8{,}64 \cdot 10^{4}}$$

Zur Zeit bedient man sich am besten englischer Zeitsignale. So sendet u. a. Rugby täglich auf Welle 16 kHz (18750 m) $9^h\,55^m\,0^s$ bis $10^h\,0^m\,0^s$ und $17^h\,55^m\,0_s$ bis $18^h\,0^m\,0^s$ Koinzidenzsignale.

Nicht uninteressant ist auch eine andere Art der Frequenzkontrolle unter Zuhilfenahme eines gleichfalls seinerzeit vom Deutschlandsender ausgesandten 1 kHz-Normalfrequenztones von 10^{-8} Genauigkeit. Bei diesem Verfahren, siehe Abbildung 3, wird der 1 kHz-Normalfrequenzton mit einem Empfänger empfangen und über einen sogenannten Kreiszeichner einer Oszillographenröhre mit z. B. doppelelektrostatischem Ablenksystem zugeführt. Dieser Kreiszeichner, im einfachsten Falle aus der Serienschaltung eines Widerstandes und eines Kondensators bestehend, verursacht eine mit einer Umlaufgeschwindigkeit von 1000 U/s vor sich gehende Strahlbewegung. Bei nun gleichzeitiger Strahlstromsteuerung durch die zu kontrollierende 100 kHz-Normalfrequenz ergibt sich als Oszillogramm ein Kreis mit 100 hellen Punkten, die bei vollkommenem Synchronismus zwischen 1 kHz Eichfrequenz und 100 kHz Quarzfrequenz zu stehen scheinen, sich bei Frequenzabweichungen hingegen scheinbar nach rechts oder links drehen. Es handelt sich hier um das gleiche stroboskopische Verfahren, wie es etwa bei der Drehzahlkontrolle von Schallplattenlaufwerken Verwendung findet.

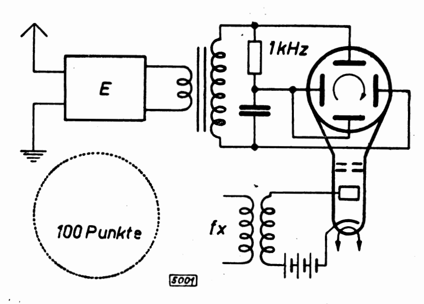


Abb. 3 Frequenzfehlerermittlung mit 1000 Hz-Signalfrequenz.

Das Verfahren läßt sowohl die Größe als auch die Richtung der Frequenzabweichung ermitteln. Zählt man z. B. die Zahl (Z) der während einer Minute an einer Marke vobeiwandernden Punkte, so errechnet sich der Frequenzfehler aus:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{10^{-5}}{60} \cdot Z$$

Der Anwendung dieses Verfahrens ist allerdings insoferne eine Grenze gesetzt, als bei zu großen Frequenzabweichungen, etwa größer als 10^{-5}, die Wanderungsgeschwindigkeit der Punkte bereits so groß ist, daß man ihnen mit dem Auge nicht mehr folgen kann.

(Fortsetzung folgt)

Radioneuigkeiten

Eine New Yorker Firma will in Kürze eine amerikanische Ausführung des Magnetofons auf den Markt bringen. Zum Unterschied von mehreren, von verschiedenen Firmen in den Vereinigten Staaten hergestellten Typen dürfte dieses Erzeugnis schon die Qualität des deutschen Magnetofons erreichen.

Folgende technische Daten werden angegeben: Bei einer Bandgeschwindigkeit von 45 cm pro Sekunde ist die Spieldauer 30 Minuten. Der Frequenzbereich ist praktisch linear (genaue Werte wurden nicht veröffentlicht) zwischen 40 und 10.000 Hz, bei einer Bandgeschwindigkeit von 54 cm pro Sekunde zwischen 40 und 12,500 Hz. Durch Verringerung der Bandgeschwindigkeit auf 27 cm pro Sekunde wird eine Abspieldauer von 50 Minuten erreicht, allerdings verkleinert sich dabei der Frequenzbereich auf 50 bis 7000 Hz. Der Störabstand wird mit 70 db angegeben. Der Preis für eine solche Apparatur wurde noch nicht festgesetzt, doch teilt die Erzeugerfirma mit, daß er sicherlich unterhalb 3000 Dollar liegen wird. Ein Band für 30 Minuten Spieldauer wird 10 Dollar kosten. (Broadcasting)

Anläßlich des Radiotechnischen Kongresses, der im vergangenen Mai in Moskau stattgefunden hat, wurden auch verschiedene Systeme für plastische Tonwiedergabe vorgeführt. Unter anderem wurde ein Verfahren benützt, bei dem ein Film verwendet wird, der drei Tonspuren besitzt.

Von der Firma Philips wurden kürzlich in Holland Versuche mit plastischer Tonwiedergabe vorgenommen. Es wurden dabei im Prinzip zwei Mikrophone verwendet, mit denen je einer der beiden holländischen Rundfunksender moduliert wurde. Selbstverständlich waren empfangsseitig auch zwei Empfänger notwendig. Über den Verlauf der Versuche wird berichtet, daß die stereophone Wiedergabe durchwegs als der gewöhnlichen Radioübertragung ganz wesentlich in der Qualität überlegen bezeichnet wird.

Die zur Versorgung Mährens zur Verfügung stehende Senderleistung ist gegenwärtig dreimal so groß als 1938. Damals standen nur die Sender Brünn (30 kW) und Svinov (11 kW) in Betrieb. Heute besitzt das mährische Sendernetz 4 Sender, nämlich Morava (Dobrochau) (100 kW), Svinov (11 kW), Jihlava (5 kW) und Brünn (1,5 kW).

Die französische Rundfunkgesellschaft erprobt ein Verfahren zur Synchronisation von Gleichwellensendern, das die teuren Frequenzstabilisierungseinrichtungen z. T. überflüssig machen soll. Zu diesem Zwecke werden UKW-Relaisstationen auf 100 bis 120 MHz verwendet, die einerseits mit einem ganzzahligen Bruchteil der gewünschten Frequenz der Gleichwellensender, andrerseits mit dem zu übertragenden Niederfrequenzband moduliert werden. Jeder Gleichwellensender wird mit einem Empfänger ausgerüstet, der diese beiden Modulationen trennt und nach einer entsprechenden Vervielfachung der Steuerfrequenz diese an den Sender weitergibt.

Nach einer Mitteilung der O. I. R. hat Finnland in England einen Kurzwellensender von 100 kW Leistung bestellt, der in Pori aufgestellt werden soll.

In der britischen Zone Deutschlands wurden die Rundfunksender, die bisher von der Deutschen Reichspost betrieben wurden, wieder an die Rundfunkgesellschaft (»Nordwestdeutscher Rundfunk«) zurückgegeben und damit der Zustand von vor 1933 wieder hergestellt.

Voraussagen über die Ausbreitung von Kurzwellen

Von Dipl.-Ing. Karl Heinz

Die Erforschung der Ionosphäre.

Um die Jahrhundertwende fanden Forscher beim Studium der erdmagnetischen Erscheinungen wichtige Zusammenhänge zwischen dem Erdmagnetismus und der Sonne. Sie fanden bei ihren Beobachtungen Schwankungen in der Einstellung der Magnetnadel, die offensichtlich dem Ablauf von Tag und Nacht und der Jahreszeiten gleich liefen. Es wurde erkannt, daß außerordentliche Veränderungen des Erdmagnetismus, die „Magnetischen Stürme" gleichzeitig mit erhöhter Sonnenfleckentätigkeit auftreten. Diese Erscheinungen, wie auch die Nordlichter, verlangten zu ihrer Erklärung die Annahme von ionisierten Schichten in den Höhen der Erdatmosphäre, welche gewaltigen Strömen als Bahn dienen könnten.

Nach dem ersten Weltkrieg gelang es amerikanischen Radioamateuren ungeheure Entfernungen mit „Kurzwellen" zu überbrücken, welchen Wellenlängen von den Fachleuten früher kein praktischer Wert für den Radioverkehr zugeschrieben wurde. Für diese Entfernungsrekorde (DX) und die im Zusammenhang damit beobachteten Zonen und Schwunderscheinungen mußte eine Erklärung gefunden werden. Kennelly und Heaviside nahmen unabhängig von einander die Existenz einer ionisierten Schichte in der Atmosphäre an, zwischen welcher und der Erdoberfläche die Strahlenbündel der Kurzwellen hin und her gelenkt und so um die Kugel der Erde geleitet wurden.

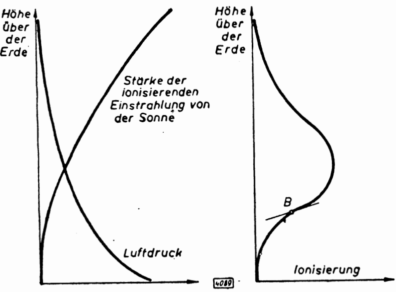


Abb. 1. Luftdruck, Strahlungsintensität und Ionisierungsgrad in Abhängigkeit von der Höhe

Eine kühne Hypothese wie damals, als es galt, die erdmagnetischen Erscheinungen zu erklären, aber diesmal von höchster, unmittelbarer praktischer Bedeutung!

Die aufstrebende Radiotechnik beginnt die Tatsache der natürlichen Beschränkung der verfügbaren Wellenlängen zu beachten und erkennt die wertvollen Eigenschaften der „Kurzwellen", mit deren Hilfe sich schon mittels kleiner Senderleistungen große Entfernungen überbrücken lassen, — — — wenn man nur den Bau und die Physik jener geheimnisvollen Ionosphäre kennt! Rastloses Forschen beginnt.

Die Radiotechnik stellt aber nicht nur die Aufgabe, sie bietet auch die Hilfsmittel zur Erforschung des neuerkannten Bezirkes der Erde, weit über den höchsten Wolken. Radiowellen werden gegen den Himmel ausgestrahlt und ihr Verschwinden oder ihre Wiederkunft beobachtet. Der Zeitunterschied zwischen dem Abgehen eines Signales und seiner Rückkunft läßt die Länge des zurückgelegten Weges und damit die scheinbare Höhe der umlenkenden Schichte, unter Annahme der Lichtgeschwindigkeit für die Radiowellen, berechnen. Im Groben derselbe Vorgang, wie wenn wir versuchen, die Abmessungen einer Höhle durch Beobachtung des Echos unserer Stimme zu ergründen.

Der Aufbau der Ionosphäre.

Als Ergebnis der Forschungen haben wir heute von der Ionosphäre diese Vorstellung: Von der Sonne ausgehend trifft ultraviolettes Licht oder andere ionisierende Strahlung auf die Hochschichten der Erdatmosphäre. Die Wirksamkeit der ionisierenden Strahlung nimmt mit der Eindringtiefe in die Atmosphäre durch fortschreitende Schwächung ab, während die Gasdichte mit abnehmender Höhe zunimmt (Abb. 1). Da der Ionisierungsgrad vom Produkt der Strahlenintensität und der Gasdichte abhängt, so wird sich in einer gewissen Höhe ein Maximum der Ionisierung einstellen. Da in der Atmosphäre verschiedene Gase mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften vorhanden sind, besteht die Möglichkeit, daß sich auch mehrere Maxima der Ionisierung ausbilden (Abb. 2), wie sie auch tatsächlich beobachtet werden.

Tagsüber werden hauptsächlich drei Schichten hoher Ionisation (Abb. 3) festgestellt: die E-, F_1- und F_2-Schichte. Die E-Schichte liegt etwa in 100 km Höhe, die F_1-Schichte bei 200 km, während die F_2-Schichte, die oft in mehrere Teilschichten zerfällt, sich in Höhen von 250 bis 400 km über der Erdoberfläche ausbildet.

Nachts vereinigen sich die F-Schichten zu einer einzigen Lage, so daß dann nur mehr die E- und F-Schichte vorhanden ist. Hie und da verschwindet nachts auch die E-Schichte.

Zeitweise findet sich in manchen Breiten neben der E-Schichte noch eine Es-Schichte.

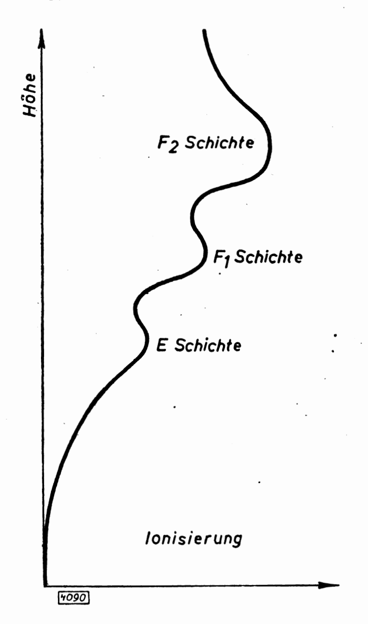


Abb 2. Die mehrfache Schichtung der Ionosphäre

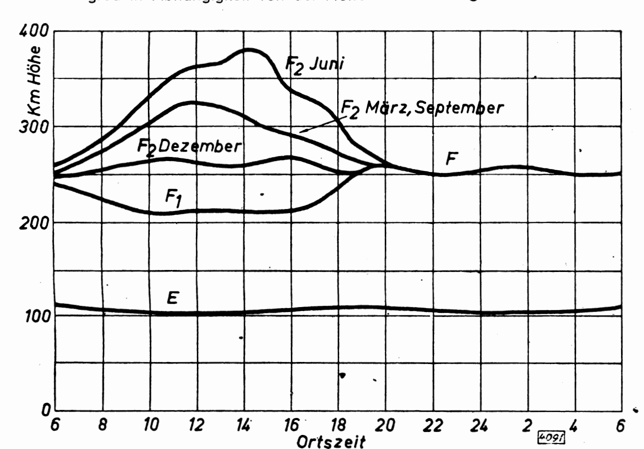
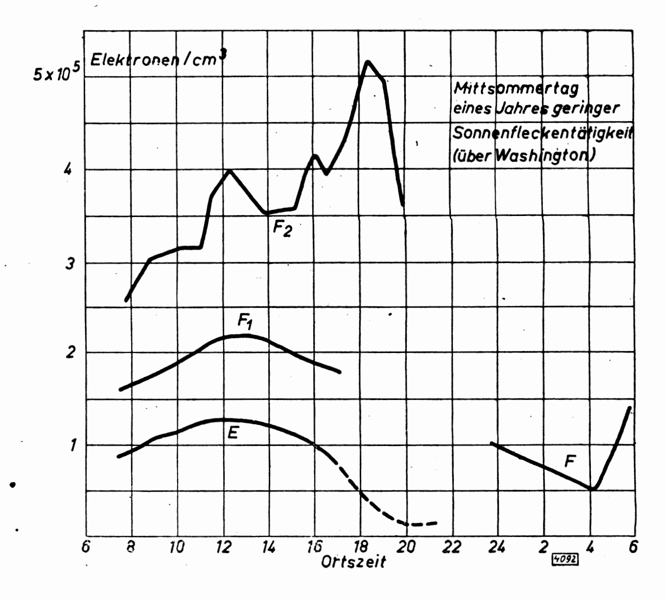


Abb. 3 (oben). Mittlere Höhe der ionisierten Schichten in Abhängigkeit von der Tageszeit für ein Jahr geringer Sonnenfleckentätigkeit. Zum Vergleich: Höhe der Troposphäre, in der das Wetter abläuft, etwa 10 km über der Erdoberfläche, Durchmesser der Erde rund 12.700 km

Abb. 4 (rechts). Die Veränderung der Elektronendichte in den ionisierten Schichten im Laufe eines Tages



Von der Strahlung der Sonne hervorgerufen wechseln die Schichten ihre Intensität und Lage mit dem Sonnenstand, dem Tagesablauf, den Jahreszeiten (Abb. 3 und 4) und dem Sonnenfleckenzyklus folgend. Mit dem steigenden Tag erhöht sich die Ionisation der einzelnen Schichten, sinkt wieder gegen Abend und erreicht nachtsüber den niedrigsten Wert. Sie ist im Hochsommer stärker als im Winter und erreicht den höchsten Wert an Sonnentagen während der Periode maximaler Sonnenfleckentätigkeit. Zeiten erhöhter Sonnenfleckentätigkeit stellen sich etwa alle elf Jahre ein und wir befinden sich derzeit unmittelbar davor.

Der Einfluß der Ionospäre auf die Ausbreitung der Radiowellen.

Bei der Ionisation der Gase der hohen Atmosphäre entstehen freie Elektronen und positive Ionen. Obwohl die Ionosphäre nach letzteren benannt ist, sind die freien Elektronen für die Fortpflanzung der Radiowellen ausschlaggebend.

Streicht das Feld einer Radiowelle über freie Elektronen hinweg, so beginnen diese unter Einwirkung des Feldes im Takt der Sendefrequenz zu schwingen. Sie entziehen dabei dem Feld zuerst Energie und geben sie dann wieder ab, ebenso wie dies eine Reflektor-Antenne tut. Geschwindigkeit und Amplitude der Elektronenschwingungen ist umso größer, je kleiner die erregende Frequenz (je länger die Wellenlänge) ist. Dies ist auch unmittelbar einzusehen. Je länger eine Schwingungperiode dauert, umso länger können die Beschleunigungskräfte auf das Elektronen einwirken und ihm Geschwindigkeit verleihen. Bei hohen Frequenzen wird das Elektron, kaum daß es sich eben in Bewegung gesetzt hat, auch schon wieder gebremst und zurückgeführt.

Die praktische Wirkung dieser Schwingungen von freien Elektronen, die sich an verschiedenen Stellen der Ionosphäre in verschieden großer Anzahl befinden, ist vorerst:

D i e R a d i o w e l l e w i r d i n d e r I o n o s p h ä r e v o n S c h i c h t e n d e r g r ö ß e r e n I o n e n - u n d E l e k t r o n e n d i c h t e w e g, z u S c h i c h t e n k l e i n e r e r D i c h t e h i n g e b r o c h e n.

Für die Fortpflanzung der Radiowellen verhalten sich demgemäß Schichten mit freien Elektronen gegenüber der anderen Atmosphäre oder dem freien Raum wie in der Optik das optisch dünnere Medium (z. B. Luft) zum optisch dichteren Medium (z. B. Glas mit geringerer Fortpflanzungsgeschwindigkeit). Für die von der Erde in die allmählich dichter werdende Ionosphäre eintretende Radiowelle tritt eine Brechung v o m L o t nach den Regeln der geometrischen Optik ein. Der Weg des Strahles ist abhängig vom Einfallswinkel und vom Brechungsexponenten der aneinander grenzenden Schichten (Abb. 5). Dabei muß das Folgende beachtet werden, da sonst immer wieder aus Gewohnheit Trugschlüsse gezogen werden: In den meisten Physikbüchern wird das optisch d i c h t e r e Medium durch Punkte oder Schraffen bezeichnet, während in den meisten Darstellungen über den Weg der elektrischen Wellen, die Ionosphäre, die dem optisch d ü n n e r e n Medium entspricht, in derselben Art gekennzeichnet ist. Durch diese Darstellungsart wird fälschlicherweise oft die Ionosphäre als das optisch dichtere Medium angesehen.

Nach den Gesetzen der theoretischen Physik ergibt sich unter gewissen Vernachlässigungen der B r e c h u n g s e x p o n e n t der Ionosphäre für elektromagnetische Schwingungen mit:

$$n = \sqrt{1 - \frac{81\,N}{f^2}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

In dieser Formel bedeutet N die Elektronenzahl je cm^3, f die Frequenz in Kiloherz, α den Einfallswinkel und β den Brechungswinkel.

Aus dieser Formel entnehmen wir zuerst, daß die B r e c h u n g u m s o s t ä r k e r ist ($n < 1$), j e g r ö ß e r d i e E l e k t r o n e n d i c h t e N w i r d. Wir ersehen weiter daraus, daß die Brechung a m k l e i n s t e n (n fast gleich 1) f ü r sehr h o h e F r e q u e n z e n (kurze Wellen) und h o c h f ü r sehr n i e d r i g e F r e q u e n z e n (lange Wellen) wird (Abb. 6 und 7). Wieder dürfen wir uns durch unsere Erinnerungen an die Optik nicht irre machen lassen. Die Brechung des Lichtes (z. B. durch Glasprisma) ist am größten für die hohen Frequenzen des kurzwelligen Violetts und am kleinsten für das verhältnismäßig langwellige Rot. Die Verkehrung der Erscheinungen ist durch die Unterschiedlichkeit der physikalischen Voraussetzungen gegeben, insbesondere dadurch, daß die Elektronen der Ionosphäre als praktisch frei angesehen werden können, während die Elektronen in durchsichtigen Körpern als elastisch gebunden und durch Reibungskräfte gebremst zu betrachten sind.

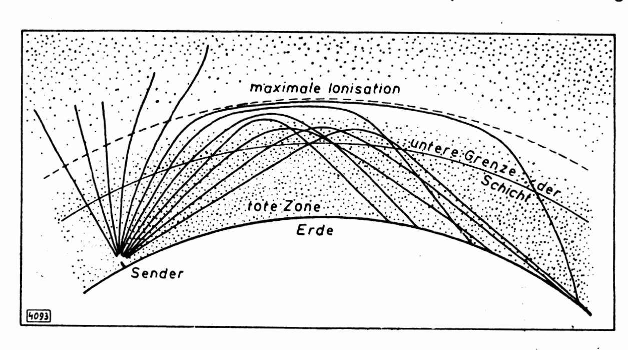


Abb. 5. Allgemeiner Strahlengang für die Radiofrequenzen durch die Ionosphäre. Steil in die Höhe gerichtete Wellen kehren nicht mehr zur Erde zurück, während flach abgetrennte Strahlen in vielfältiger Weise zur Erde zurückgebrochen werden. Die verschiedenen Bahnen können durch Antennen mit unterschiedlichen Abstrahlwinkeln erreicht werden. Strahlen, die eine Schichte durchdringen, können noch durch eine höher gelegene, stärker ionisierte Schichte zur Erde zurückgeführt werden

In der Ionosphäre gewinnt auch der E r d m a g n e t i s m u s Einfluß auf die Radiowellen. Die schwingenden Elektronen werden — gleich einem stromdurchflossenen Leiter — durch den Erdmagnetismus aus der Bahn gelenkt. So folgen die Elektronen unter dem gleichzeitigen Einfluß von Welle und Erdmagnetismus elliptischen und spiralförmigen Bahnen.

(Fortsetzung folgt)

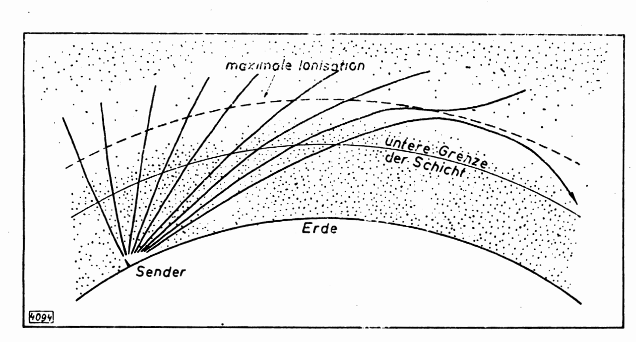


Abb. 6. Alle Strahlen durchdringen die Ionosphäre bis auf den schon fast horizontal vom Sender ausgehende Strahl, der eben noch zur Erde zurückgebeugt wird. Mit ihm können die größten Entfernungen überbrückt werden. Da der Weg durch die hohe Ionosphäre führt, ist die Dämpfung klein. Die Veränderung gegen Abb. 5 kann erreicht werden bei gleichbleibender Ionisation durch Verwendung einer höheren Frequenz (Kurzwelle) oder bei gleicher Frequenz durch Wahl einer Zeit, zu der sich eine geringere Ionisation einstellt

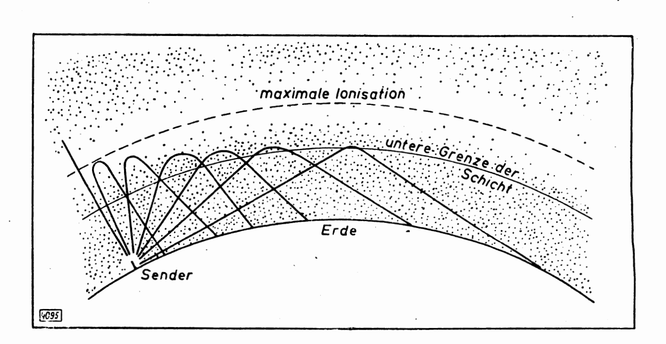


Abb. 7. Alle Strahlen, auch die fast senkrecht auf die Ionosphäre auftreffenden werden zur Erde zurückgebrochen. Unter diesen Verhältnissen werden die Messungen zur Bestimmung der Höhenlage der Ionosphäre gemacht. Die Veränderung gegenüber Abb. 5 kann erreicht werden bei gleichbleibender Ionisation durch Verwendung einer niederen Frequenz (längere Welle), oder bei gleicher Frequenz durch Wahl einer Zeit, zu der sich eine höhere Ionisation einstellt

Fortschritte in der Kernphysik

Durch die gemeinsamen Arbeiten Englands und Amerikas auf kernphysikalischem Gebiet während des zweiten Weltkrieges wurde England zu einem bedeutenden Zentrum der kernphysikalischen Forschung. Eine Übersicht über die neuen kernphysikalischen Ergebnisse in England wurde auf dem ersten Kongreß der englischen Kernphysiker nach dem Kriege, im September 1947 in Harwell (England), gegeben. Bei dieser Gelegenheit wurde Harwell als neue kernphysikalische Forschungsstätte eröffnet und es war der Hoffnung Ausdruck gegeben worden, daß Harwell bald in der Lage sein wird, die englischen Universitäten bei ihren Forschungen zu unterstützen. Wir geben im folgenden einen kurzen Bericht über die auf dem Kongreß gehaltenen Referate der englischen Kernphysiker*).

Mit Hilfe der modifizierten Methoden von Rabi, Bloch und Alvarez wurden neue Werte des magnetischen Momentes von Proton, Neutron und Deuteron bestimmt. Es zeigte sich ursprünglich, daß das magnetische Moment des Neutrons (1,93 Kernmagnetonen) gleich der Differenz der magnetischen Momente von Proton und Deuteron ist.

Diese Ergebnisse deckten sich jedoch nicht mit den Messungen Rabis und mit den Schätzungen Schwingers. Bloch und Staub fanden nun den neuen Wert (−) 1,9112 ± 0,0017, der sehr gut sowohl mit den früheren Ergebnissen Waynes und Roberts, als auch mit den Voraussagen Schwingers übereinstimmt.

In Harwell selbst wurden Versuche über die Verwendung eines Silberchloridkristalls als Zähler für β- und γ-Strahlen angestellt. Zur Bestimmung der Reaktionszeit war die Berechnung der Wanderungsgeschwindigkeit der Elektronen notwendig. Mit Hilfe eines 2 cm starken Kristalls erhielt man dafür den Wert 40—50 cm/sec/Volt/cm. Die Absorption von Elektronen im Kristallinneren wurde durch eine Feldstärke von ca. 600 Volt/cm verhindert. Die Reaktionszeit selbst ergab sich zu 1/30 Mikrosekunde.

Bei Verwendung einer 20 Millicurie P 32 Strahlenquelle konnte man mit einem Massenspektrometer positive Teilchen registrieren und fand, daß ihre Häufigkeit 1 : 57.000 beträgt.

Dr. Bainbridge beschrieb das im Bau befindliche neue Havard-Cyklotron, dessen Magnetdurchmesser 237,5 cm betragen wird und von dem man erwartet, daß er ein Magnetfeld von 18.000 Gauß erzeugen wird.

In Berkley (Kalifornien) wurden Experimente zur Erforschung von Kernexplosionen angestellt. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Elemente mit 200 MeV Deuteronen oder 400 MeV Alphateilchen beschossen. Zur Beobachtung wurden drei Methoden angewandt: die photographische Methode (Blau-Wambacher-Effekt in dicken Emulsionen), die Nebelkammermethode und die chemische Analyse der Kerntrümmer.

Über Messungen der mittleren Lebensdauer der zerfallenden Neutronen und über ihren Zusammenhang mit den mittleren Lebensdauern der radioaktiven Elemente berichtete Mr. Ward. Mit Hilfe eines Elektronenvervielfachers hofft man, die Rückstoßprotonen beim Zerfall der Neutronen zu finden.

Ferner wurde in Harwell eine Graphit-Batterie zur Erzeugung von Atomenergie gebaut, die seit dem 13. August 1947 tatsächlich Energie liefert. Die Leistung der Batterie beträgt seither 100 kW und ist seit kurzem noch im Ansteigen begriffen. Die Batterie liefert einen Neutronenfluß von 10^{10} — 10^{11} n/qcm/sec.

Zur Erforschung der Eigenschaften von Mesonen wurden von Mitarbeitern der Universität Bristol Experimente mit photographischen Platten in sehr großen Höhen angestellt.

Die Bindung von Neutronen, Protonen und Deuteronen im Kern wurde mit dem Cyclotron studiert, wobei man den Öffnungswinkel des im Cyclotron erzeugten Strahles durch ein System von Schlitzen auf $^1/_3$ Grad beschränkt.

An der Universität Edinburgh steht ein Elektronen-Emissions-Mikroskop mit einem dreipoligen permanenten Magneten in Verwendung, um das Auflösungsvermögen des Autoradiographen für biologische und andere Zwecke zu vergrößern. Kontakt-Autoradiographen haben wegen der nach allen Seiten stattfindenden Elektronenemission ein bedeutend niedrigeres Auflösungsvermögen. Wenn man auch die sphärische Aberration größtenteils vermeiden kann, so wird trotzdem eine lange Expositionszeit benötigt werden, um brauchbare Abbildungen zu erhalten. Zur Erforschung biologischer Objekte sind lichtstärkere Bilder notwendig und damit ist die Entwicklung neuer Techniken auf diesem Gebiet gefordert.

Nach einem Referat von Dr. Frisch soll die Harwell-Batterie im Jahre 1948 fertiggestellt werden. Mit Hilfe der Neutronenspektrometrie wird dann die Bestimmung der Lage der Wasserstoff-Atome in komplexen Molekülen möglich sein. Ein Cyklotron, das Protonen bis zu 150 MeV beschleunigt, soll auch nächstes Jahr vollendet werden, eine Magnetlinse (Typus Betaspektrometer) wurde bereits konstruiert und eine 220 keV (D—D)-Strahlenquelle steht im Bau. Außerdem arbeitet man derzeit an der Trennung stabiler Isotope und an neuen Massenspektrometer zur Messung von Isotopenverhältnissen.

Im Mai 1947 wurde in Harwell ein neuer elektrostatischer Hochspannungsgenerator, der ähnlich dem von Professor van de Graaff gebaut ist, in Betrieb genommen. Aufladungsversuche mit ihm zeigten, daß eine elektrische Ausbeute von 300 Mikroampere möglich ist. Durch Aufstellung der gesamten Anordnung in einer unter hohem Druck stehenden Mischung von Stickstoff und Fluorkohlenstoffchlorid konnte eine Maximalspannung von 3,7 MV erreicht werden. In den Vereinigten Staaten gelang eine weitere Erhöhung der Maximalspannung durch Verwendung von Siliciummexafluorid.

Es wurde auch über den Plan, die Konstruktionsmethode und die Resultate eines linearen Beschleunigers und eines Synchrotrons berichtet. Der lineare Elektronenbeschleuniger arbeitet mit 10 cm Wellenlänge und liefert eine Spitzenenergie von 0,54 keV. Die Verwendung eines 4-MeV-Betatrons als Synchrotron liefert bei einer Höchstenergie von 15 keV angenähert 0,2 rqm pro Meter. Für das geplante Synchrotron, um Positronen von 1300 MeV zu erzeugen, wurde bereits das Fundament des Magneten gelegt und mit der Verbindung des Magnetjochs begonnen.

Das große Programm des Glasgower Institutes, das sich mit den Elementarvorgängen zwischen Elektronen und Strahlungsquanten sehr hoher Energie beschäftigt, beinhaltet unter anderem auch Experimente mit Geiger-Müller-Zählrohren. Man ist dabei bestrebt, die Forderungen, die sich auf dem oben erwähnten Gebiet ergeben haben, zu erfüllen. Es wurde ein Zweidrahtzähler, mit dem weniger als zwei Zählungen pro Minute gemacht werden können, verwendet. Um die spezifische Ionisation durch Elektronen und Mesonen zu erforschen wurden ebenfalls Zähler dieser Art verwendet. Außerdem entwickelte man eine Schaltung, die zur Vermeidung von Zählungsfehlern dienen soll.

Die graphische Darstellung der Bindungsenergie der Alphateilchen im Atomkern durch ein Z-N-Diagramm zeigt, daß die Niveaulinien der Alphabindungsenergie angenähert parallel verlaufen und bei den Massenzahlen 8, 19, 39, 59, 99, 146 und 212 ein scharfes Minimum aufweisen. Die Erforschung der Positronenenergien ergab, daß die Kernradien nicht kontinuierlich mit der Massenzahl, sondern in diskreten Stufen anwachsen. Die Massenzahlen, bei denen sich die Kernradien sprunghaft vergrößern, sind 8, 16, 36, 56, 90, 140 und 210. Damit ist auch erwiesen, daß die Kernausdehnungen den Alphabindungsenergien nicht proportional sind.

In Cambridge wurden Experimente über Kernzertrümmerung verschiedener Elemente durch Einschießen von Deuteronen gemacht. Betrachten wir einen Kern mit dem Atomgewicht A so kann dieser entweder durch Neutroneneinfang oder durch eine (d, p)-Reaktion in einem Kern mit dem Atomgewicht A + 1 übergehen. Von diesen beiden Prozessen ist der zweite bedeutend leichter beobachtbar. Bei Beschuß von Elementen durch Deuteronen von ca. 1 MeV Energie ist die Protonenausbeute bei allen Elementen, ausgenommen den allerleichtesten, durchschnittlich durch die Deuteronendurchlässigkeit der getroffenen Elemente bestimmt. Bei Magnesium beträgt diese z. B. ca. 1%.

In der vorangegangenen kurzen Übersicht haben wir gezeigt, auf welchen Gebieten der Kernphysik die englischen Forscher arbeiten und es ist anzunehmen, daß in der Zukunft neue wichtige Ergebnisse gefunden werden können.

Inge Anderle

*) Siehe auch Nature, Vol. 160, 4067 11. X. 47

RADIO **KINO**



Die österreichische Weltmarke

A. Bürkl Fachunternehmen für Rundfunk und Phonotechnik



Schallplatten
Tonabnehmer
prompt lieferbar

Wien 3, Gottfried-Keller-Gasse 13
Fernruf U 12-0-48 (Am Modenapark)



Empfängerbauteile
Meß- und Prüfgeräte
Verstärkeranlagen

mit diesen Firmenzeichen sind **Qualitätserzeugnisse** und werden hergestellt im

HOCHFREQUENZLABORATORIUM
ING. VIKTOR STUZZI
WIEN VII, NEUBAUGASSE 71



Wir versenden an den Techniker, Amateur und Bastler

Drehkondensatoren

(Luft)

3 × 280 pF . . . **S 73.–**
2 × 500 pF . . . **S 75.–**
1 × 500 pF . . . **S 52.50**

Gegen Einsendung von 50 Groschen in Briefmarken übersenden wir Ihnen unsere neueste Preisliste.

Maria Jäger, Linz a. d. Donau
Bürgerstraße 20

RADIO SEIDL

Das Spezialgeschäft für den Radiobastler

Baukasten für 4-Röhren-Allstromhochleistungssuper
(UCH 4, UCH 4, UBL 1, UY 1 N) und

Baukasten für 3-Röhren-Hochleistungsallstromempfänger
(UCH 4, UBL 1, UY 1 N)

Baukasten Piccolo GW
(UCH 4, UY 1 N)

Baukasten für Ohmmeter mit Gehäuse und Meßwerk komplett S 32.50

bereits lieferbar, fordern Sie Schaltschema und Preislisten!

Provinzversand per Nachnahme!

RADIO SEIDL **Wien VII, Neubaugasse 86**
Telephonnummer B 31-0-59

Der Strahlungsdruck

Von Ernst Bauer

Schon im vorigen Jahrhundert vermutete man, daß die von der Sonne weggekrümmten Kometenschweife dadurch zustande kommen, daß die Sonnenstrahlung einen Druck auf die Kometenmaterie ausübt. Diesen Druck nannte man Strahlungsdruck. Eine theoretische Begründung der Existenz des Strahlungsdruckes folgt aus der Quanten- und Relativitätstheorie. Ein Lichtquant besitzt nämlich danach die Masse

$$m = \frac{hv}{c^2}.$$

(h . . . Planck'sches Etementarquantum, V . . . Frequenz)
Jede Masse hat aber eine Bewegungsgröße (Impuls); aus den Beziehungen zwischen Masse und Energie einerseits (nach Einstein sind Masse und Energie äquivalent) und aus der Definition der Bewegungsgröße anderseits folgt die allgemeine Gleichung

$$G = \frac{W . v}{c^2},$$

wobei G der Impuls, W die Gesamtenergie und c die Lichtgeschwindigkeit ist. Die Lichtquanten, die hier als Korpuskel aufzufassen sind, haben die Geschwindigkeit c; daher folgt für sie

$$G = \frac{W}{c} \text{ oder } G = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

wo $\lambda = \frac{c}{v}$ die Wellenlänge der betrachteten elektromagnetischen Strahlung (Lichtstrahlung) ist.

Nach dem Impulssatz gilt aber, daß die Bewegungsgröße auf einen vom Licht getroffenen Körper übergeht, wenn er die betreffende Strahlung absorbiert. Mit anderen Worten: ein von elektromagnetischer Strahlung getroffener Körper erfährt eine Kraft, einen Strahlungs- (oder Licht-) druck. Aus dem Impulssatz folgt aber auch, daß ein Körper, der Strahlung aussendet, eine Kraft in der der Strahlungsrichtung entgegengesetzten Richtung erfährt. Bei Reflexion ist der Strahlungsdruck doppelt so groß, wie in den beiden vorher erwähnten Fällen, da die Kraftwirkung derart ist, als ob der Körper zunächst die Strahlung absorbieren würde um sie nachher wieder zu emittieren. Aus demselben Grund erfährt eine planparallele Platte bei schrägem Lichteinfall ein Drehmoment.

Der Strahlungsdruck wurde durch Nichols, Hull, Poynting und anderen experimental nachgewiesen. Ehrenhaft beobachtete den Lichtdruck auf kleine Körperchen im Schwebekondensator, in dem er schwebende Teilchen mit Durchmessern der Größenordnung 10^{-5} cm mit starkem Licht bestrahlte. Der Strahlungsdruck bewirkt auch, daß das Kalzium, das nicht zu den leichtesten Elementen gehört, in den obersten Schichten der Sonnenatmosphäre vorkommt. Dies hat seine Ursache darin, daß die Kalziumatome bzw. -Ionen ihre Absorption im Strahlungsmaximum der Sonne haben, wodurch natürlich der von der Sonne weggerichtete Strahlungsdruck besonders groß ist. Der englische Astronom Eddington erkannte, daß der Strahlungsdruck auch im Inneren der Sonne und den Fixsternen eine große Rolle spielt, worauf jedoch hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Wir wollen im besonderen eine einfache Überlegung zur Bestimmung des Strahlungsdruckes anstellen. Zunächst müssen wir uns im klaren darüber sein, worin die Wirkung der Strahlung auf einen Körper besteht. Elektromagnetische Strahlung wirkt in erster Linie auf die in dem bestrahlten Körper befindlichen Elektronen. Wir fragen also: worin besteht die Wirkung des elektromagnetischen Feldes auf die Elektronen in der absorbierenden oder reflektierenden Oberfläche, an der der Druck dabei beobachtet wird? Zur Beantwortung dieser Frage zeigen wir im folgenden eine kurze Methode, um die Wirkung des Feldes auf ein Elektron zu finden.

Stellen wir uns ebene elektromagnetische Wellen in der x-Richtung fortschreitend vor; die elektrische, resp. magnetische Feldstärke in einem Punkt A im Raum zu einem bestimmten gegebenen Zeitpunkt sollen die Komponenten (O, Ey, O) in el. st. E.) bzw. (O,O, Hz) (in el. mg. E.) haben. Durch die Wirkung des elektrischen Feldes wird nun eine im Punkt A befindliche elektrische Ladung e in der y-Richtung in Bewegung gesetzt werden und daher in der x-Richtung infolge der Existenz des magnetischen Feldes eine Kraft ausüben. Sind nun die Geschwindigkeitskomponenten der Ladung (O, v, O), dann ist die in der x-Richtung ausgeübte Kraft

$$P_x = \frac{H_z . e . v}{c},$$

wo c die Vakuumslichtgeschwindigkeit ist. War die Ladung ursprünglich in Ruhe (und strahlte sie daher nicht), dann bleibt die Geschwindigkeit v hinter der sinusförmig veränderlichen Feldstärke Ey um ¼ der Schwingungsperiode zurück. Ebenso muß sie auch hinter der magnetischen Feldstärke um ¼ der Periode zurückbleiben, da E und H im Vakuum in Phase sind. Daraus folgt aber, daß der mittlere Wert von Hz . v und damit auch von Px gleich Null sein muß.

Ruht aber die Ladung nicht, dann wird sie bestrebt sein, von dem elektrischen Feld Energie aufzunehmen. Das Feld leistet dann Arbeit an der Ladung vom

Betrag $\frac{dW}{dt} = E_y . e . v$;

diesen Betrag an Energie nimmt die Ladung auf. Da aber im Vakuum $E_y = H_z$ ist, folgt weiter:

$$P_x = \frac{H_z\, e . v}{c} = \frac{E_y . e . v}{c} = \frac{1}{c} \cdot \frac{dW}{dt}.$$

D. h. aber nichts anderes, daß bei Absorption von Energie eines elektromagnetischen Wellenzuges im Betrag $\frac{dW}{dt}$ durch eine bewegte elektrische Ladung dieser eine Kraft $\frac{1}{c} \cdot \frac{dW}{dt}$ in Richtung der Wellenbewegung ausübt.

Ein dem vorangegangenen äquivalenter Standpunkt zur Ableitung des Strahlungsdruckes ist folgender: erhält eine elektrische Ladung von einem elektromagnetischen Wellenzug den Energiebetrag W, dann erleidet sie dadurch einen Impuls $\frac{W}{c}$ in Richtung der Wellenbewegung (der Impuls ist das Zeitintegral der Kraft).

Fällt daher Strahlung der Energiedichte ε pro Volumseinheit auf eine vollkommen absorbierende Oberfläche, dann muß der Gesamtbetrag der Energieabsorption durch die Elektronen des Absorbers gleich $c\varepsilon$ pro Flächeneinheit der Oberfläche sein; der Absorber muß dann einen Druck der Größe $\frac{1}{c} \cdot c\,\varepsilon = \varepsilon$ erleiden. Für den Fall, in dem die ganze oder ein Teil der Energie reflektiert wird, können ähnliche Gedankengänge angewendet werden, um zu zeigen, daß die reflektierte Strahlung einen zusätzlichen Druck auf den reflektierenden Körper ausübt.

Siehe auch: Nature, Vol. 160 4068 18. X. 47.

Die Meßstelle des italienischen Rundfunks

Ähnlich der Tatsfield-Receiving Station der britischen Rundfunkgesellschaft und dem internationalen Centre de Contrôle in Brüssel wurde vom italienischen Rundfunk ein Institut geschaffen, das sich mit der Kontrolle der Frequenzkonstanz und der Modulationsqualität sowie mit der Überwachung des Funkverkehrs überhaupt befaßt.

Dieses Laboratorium, das sich in Sesto Calendo befindet, besitzt Quarz- und Stimmgabeloszillatoren mit extrem hoher Konstanz. So z. B. wird die Temperatur in den Thermostaten, worin die frequenzbestimmenden Elemente untergebracht sind, auf ein Hundertstel Grad konstant gehalten und auch die Schwankungen des Luftdruckes werden ausgeglichen.

Bekanntlich mißt man die Frequenz eines Senders, in dem man diese mit einer geeigneten Oberschwingung eines Normaloszillators überlagert und die so entstehende Schwebungsfrequenz wieder mit der Frequenz eines geeichten, hochwertigen Tongenerators vergleicht. Während in der englischen Station Tatsfield die Differenzfrequenz zwischen der Schwebung und der Frequenz des Tongenerators mittels einer stroboskopischen Methode bestimmt und in Brüssel durch Auszählen das Resultat ermittelt wird, benützt man in Sesto Calendo eine Einrichtung, bei der die Frequenzdifferenz direkt aufgezeichnet wird.

Für die Erforschung der Ausbreitung der elektromagnetischen Wellen liefert Sesto Calendo einen wichtigen Beitrag durch die ständige Beobachtung der Feldstärke einer großen Anzahl von Sendern, und zwar sowohl während der Dunkelheit als auch tagsüber. Die Meßstelle Sesto Calendo arbeitet selbstverständlich mit Tatsfield und Brüssel eng zusammen und hilft mit, störende Sender zu identifizieren und überhaupt Ordnung im Äther zu schaffen, eine Tätigkeit, die gegenwärtig leider höchst notwendig und vorläufig noch nicht sehr erfolgreich zu sein scheint.

Aber auch für das eigene Rundfunkprogramm liefert Sesto Calendo seinen Teil, indem nämlich u. a. bestimmte Sendungen der Stimme Amerikas, des Londoner Rundfunks und von Radio Moskau mit hochwertigen Empfangseinrichtungen aufgenommen werden, die dann nach Bedarf vom italienischen Rundfunk gesendet werden. Viele der Präzisionsmeßgeräte der Station Sesto Calendo wurden in den eigenen Laboratorien und Werkstätten gebaut, aber auch eine große Zahl der besten ausländischen Geräte steht zur Verfügung.

Elektronische Zählgeräte

Das einfachste Mittel zur Zählung elektrischer Impulse ist ein elektromagnetisch betätigtes Schaltwerk, wie es etwa als Telephongesprächszähler allgemein bekannt ist. Jeder Impuls wirkt dabei auf einen Elektromagneten, der den Zählmechanismus um einen Schritt weiter schaltet. Die Anwendung von Zählern mit bewegten Massen ist naturgemäß auf geringe Impulsfrequenzen beschränkt. Viele Untersuchungen, z. B. auf kernphysikalischem Gebiet, erfordern aber gerade die Zählung außerordentlich rasch aufeinanderfolgender Impulse. Für solche Zwecke wurden trägheitslose Zählwerke entwickelt, bei denen Elektronenröhren in weitgehendem Maße zur Einschaltung, Umformung und Zählung der Impulse verwendet werden.

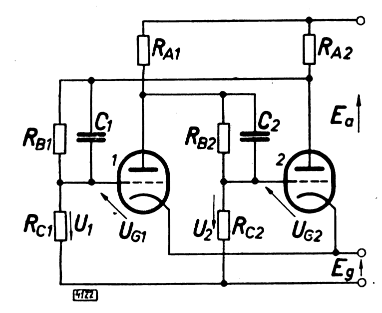


Abb. 1. Die Zweiröhrenkette

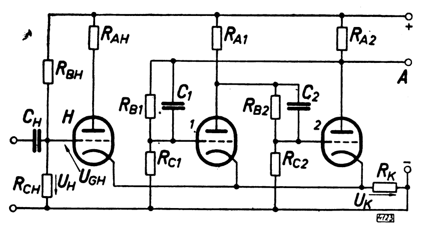


Abb. 2. Übertragung des Spannungsstoßes auf die Zweiröhrenkette durch die Hilfsröhre H

Die 2-Röhren-Kette

Das wichtigste Glied eines Röhrenzählers ist die Zählkette, eine kettenartige Schaltung von Elektronenröhren, deren elektrischer Zustand das Zählergebnis anzeigt. Der vielfach abgewandelte Grundgedanke einer Kettenschaltung möge an Hand einer 2-Röhren-Kette (Abb. 1) erläutert werden.

Wie die Abbildung zeigt, ist die Schaltung vollkommen symmetrisch aufgebaut. Der am Anodenwiderstand R_{A1} der linken Röhre 1 gemessene Spannungsabfall bestimmt die Höhe der am Spannungsteiler $R_{B2} + R_{C2}$ liegenden Spannung und damit die Gitterspannung U_{G2} der rechten Röhre 2. Denn diese ist die Differenz der Spannung E_G der Gitterbatterie und der an R_{C2} gemessenen Spannung, U_2:

$$U_{G2} = E_G - U_2$$

Analog gilt für das Gitter der linken Röhre 1:

$$U_{G1} = E_G - U_1$$

Ist nun der Spannungsabfall am Anodenwiderstand der linken Röhre groß, so ist U_2 klein und daher die (negative) Gitterspannung U_{G2} der rechten Röhre groß*). Umgekehrt entspricht einem kleinen Spannungsabfall am Anodenwiderstand der einen Röhre eine kleine Gitterspannung der anderen Röhre.

Bei geeigneter Wahl der Widerstände läßt sich nun ein stabiler Zustand herstellen, bei dem die eine Röhre stromdurchflossen, die andere hingegen nicht leitend ist. Nimmt man z. B. die linke Röhre als stromführend an, dann ist der Spannungsabfall an R_{A1} und daher die (negative) Gitterspannung U_{G2} so groß, daß die rechte Röhre stromlos bleibt. Infolgedessen ist der Spannungsabfall an R_{A2} und damit die Gitterspannung U_{G1} so klein, daß die linke Röhre stromführend ist. Da dies gerade die Annahme ist, von der die Betrachtung ausging, ist der Zustand der Schaltung stabil.

Aus der vollkommenen Symmetrie der Anordnung geht ohne weiteres hervor, daß auch der umgekehrte Fall, in dem die linke Röhre stromlos und die rechte Röhre leitend ist, einen stabilen Zustand darstellt. Die 2-Röhren-Kette hat also 2 stabile Zustände, in denen entweder die linke oder die rechte Röhre Strom führt, während jeweils die andere gesperrt ist.

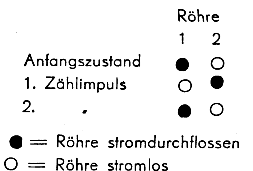
Nun kommt das Wesentliche: Wie schon aus obigem ersichtlich, wirkt sich jede Erhöhung oder Verminderung der Spannung am Anodenwiderstand der einen Röhre als Erhöhung oder Verminderung der (negativen) Gitterspannung der anderen Röhre aus. Drückt man also dem Gitter der stromführenden Röhre — als welche wieder die linke angenommen sei — einen negativen Spannungsstoß auf, so unterbindet man deren Anodenstrom; der Spannungsabfall an R_{A1} und damit die Gitterspannung U_{G2} der gesperrten rechten Röhre sinken deshalb so stark, daß diese leitend wird. Dies hat wiederum eine Erhöhung des Spannungsabfalles an R_{A2} und damit der Gitterspannung U_{G1} zur Folge, so daß die linke Röhre endgültig gesperrt wird. Der dem Gitter der stromführenden Röhre zugeführte negative Spannungsstoß hat also ein Umkippen der Anordnung aus dem ersten in den zweiten stabilen Zustand veranlaßt. Aus diesem Grunde ist auch die Bezeichnung „Kippschaltung" für derartige Anordnungen gebräuchlich. Zum gleichen Erfolg hätte ein dem Gitter der stromlosen Röhre aufgedrückter positiver Spannungsstoß geführt.

*) Die Angaben „große" oder „kleine" Gitterspannung beziehen sich auf deren Betrag ohne Rücksicht auf ihr negatives Vorzeichen.

Die Übertragung des Spannungsstoßes auf das Gitter kann auf verschiedene Weise erfolgen. In Abb. 2 wird eine Hilfsröhre H verwendet, deren Gitterspannung

$$U_{GH} = U_K - U_H$$

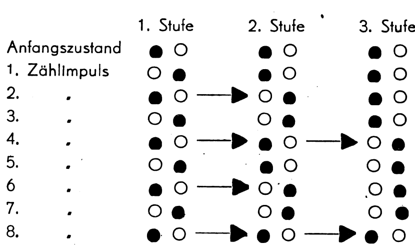
die Röhre im Ruhezustand sperrt. Der am gemeinsamen Kathodenwiderstand R_K vom Anodenstrom der leitenden Röhre 1 erzeugte Spannungsabfall U_K liefert den negativen Anteil der Gitterspannung für alle 3 Röhren. Drückt man nun über die Eingangsklemmen dem Gitter der Hilfsröhre einen positiven Zählimpuls auf, so wird sie für kurze Zeit einen Strom führen, der den Spannungsabfall an R_K erhöht und somit den Gittern der Röhren



	Röhre 1	Röhre 2
Anfangszustand	●	○
1. Zählimpuls	○	●
2.	●	○

● = Röhre stromdurchflossen
○ = Röhre stromlos

Abb. 3. Kurzdarstellung der stabilen Zustände einer Zweiröhrenkette



	1. Stufe		2. Stufe		3. Stufe
Anfangszustand	● ○		● ○		● ○
1. Zählimpuls	○ ●		● ○		● ○
2.	● ○	→	○ ●		● ○
3.	○ ●		○ ●		● ○
4.	● ○	→	● ○	→	○ ●
5.	○ ●		● ○		○ ●
6	● ○	→	○ ●		○ ●
7.	○ ●		○ ●		○ ●
8.	● ○	→	● ○	→	● ○

Abb. 4. Kurzdarstellung eines dreistufigen Röhrenzählers

1 und 2 einen negativen Spannungsstoß erteilt. Dieser läßt in Röhre 1 den Anodenstrom verschwinden; das Gitter der Röhre 2 erhält also einen positiven Spannungsstoß. Während dieses Vorganges wird der Kondensator C_2 weiter aufgeladen; sein Ladestrom bewirkt eine zusätzliche Erhöhung des Spannungsabfalles an R_{C2}, der den positiven Anteil der Gitterspannung liefert. Der dem Gitter der Röhre 2 tatsächlich zugeführte positive Spannungsstoß überwiegt daher bei weitem den ursprünglichen, negativen, von R_K stammenden, so daß die Röhre 2 die Stromführung übernimmt.

Der dem Gitter der Hilfsröhre aufgedrückte positive Zählimpuls hat also die Übergabe der Stromführung von der Röhre 1 an die Röhre 2 bewirkt. Der

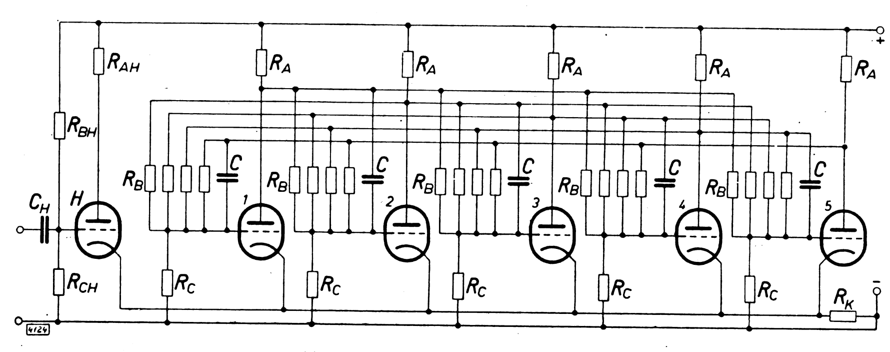


Abb. 5. Die Fünfröhrenkette mit Hilfsröhre

nächste Zählimpuls veranlaßt in gleicher Weise ein Umkippen der Kettenschaltung in ihren ursprünglichen Zustand. Der (leitende oder nichtleitende) Zustand der Röhren, der durch irgend welche Hilfsmittel wahrnehmbar gemacht werden kann, kennzeichnet also die Zahl der aufgedrückten positiven Zählimpulse. Negative Impulse bleiben bei der geschilderten Anordnung ohne Einfluß. Mit der beschriebenen 2-Röhren-Kette könnte allerdings höchstens 1 Impuls gezählt werden; denn bereits beim zweiten Impuls ist, wie auch die Kurzdarstellung der Abb. 3 zeigt, das anfängliche Bild wiederhergestellt.

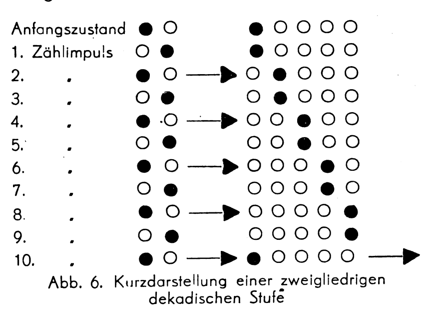


Abb. 6. Kurzdarstellung einer zweigliedrigen dekadischen Stufe

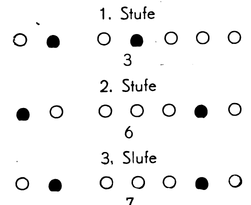


Abb. 7 Zustand eines dreistufigen dekadischen Röhrenzählers nach 763 Zählimpulsen

Nichtdekadische Zählstufen

Nun ist ohne weiteres möglich, mehrere Röhrenketten in Reihe zu schalten, so daß man mehrere Zählstufen erhält. Abb. 4 zeigt eine 3-stufige Anordnung. Die Ausgangsklemme A (Abb. 2) jeder Stufe ist mit der Eingangsklemme E der folgenden Stufe verbunden. Infolgedessen wirkt der positive Spannungsstoß, den der verschwindende Anodenstrom der rechten Röhre liefert, nicht nur auf das Gitter der linken Röhre der eigenen Stufe, sondern auch auf das Gitter der Hilfsröhre der nächsten Stufe. Daher wechseln jedesmal, wenn die rechte Röhre einer Stufe stromlos wird, die beiden Röhren der folgenden Stufe ihre Rollen. Dies sollen die Pfeile in Abb. 4 andeuten. Man erkennt aus ihr sofort, daß die 1. Stufe mit jedem Zählimpuls, die 2. mit jedem 2., die 3. mit jedem 4., allgemein die n-te Stufe mit jedem 2^{n-1}-ten Zählimpuls kippt und daß man bei 2 Stufen maximal 3, bei 3 Stufen maximal 7, bei n Stufen maximal 2^{n}-1 Impulse zählen kann.

Aus dem bekannten Zustand läßt sich die Zahl der der ersten Stufe aufgedrückten Zählimpulse angeben. Natürlich muß vorgesorgt werden, daß vor Beginn einer Zählung stets die linken Röhren aller Stufen stromführend sind.

Die Anwendung von Stufen, die nur aus 2-Röhren-Ketten aufgebaut sind, weist einen für die Auswertung des Zählergebnisses unangenehmen Mangel auf: Solche Stufen führen zu einem nichtdekadischen Zahlensystem. Die Rückführung auf das dekadische Zahlensystem bereitet zwar keine Schwierigkeiten, ist aber zeitraubend. Es liegt daher der Gedanke nahe, von vornherein dekadisch aufgebaute Stufen zu verwenden, d. h. in der 1. Stufe die Einer, in der 2. die Zehner, in der 3. die Tausender usw. zu zählen.

Die 5-Röhren-Kette

Eine dekadische Stufe läßt sich z. B. aus der Verbindung zweier nichtdekadischer Stufen, nämlich einer 2-Röhren-Kette und einer 5-Röhren-Kette herstellen. Die 5-Röhren-Kette (Abb. 5) ist die folgerichtige Weiterentwicklung der 2-Röhren-Kette. Auch ihr Aufbau ist bis auf den Kondensator C vollkommen symmetrisch. Die Anode jeder Röhre ist über die Widerstände R_B mit den Gittern der übrigen Röhren verbunden. Der am gemeinsamen Kathodenwiderstand R_K gemessene Spannungsabfall liefert wieder den negativen Gitterspannungsanteil für alle Röhren, der an R_C gemessene Spannungsabfall den positiven Anteil. Seine Größe hängt wie früher von der Höhe des Spannungsabfalles am Anodenwiderstand R_A ab.

Führt z. B. die Röhre 3 einen Anodenstrom, so vermindert sein Spannungsabfall an R_{A3} die an den Spannungsteilern $R_B + R_C$ der Röhren 1, 2, 4 und 5 liegende Spannung; daher ist die (negative) Gitterspannung dieser Röhren so groß, daß sie gesperrt werden. Andererseits wird die Gitterspannung der stromführenden Röhre 3 nur von den geringen Spannungsabfällen an den Anodenwiderständen der gesperrten Röhren bestimmt. Am Widerstand R_{C3} der leitenden Röhre liegt daher eine hohe Spannung, die in Verbindung mit dem Spannungsabfall am Kathodenwiderstand R_K für die Röhre 3 eine so geringe Gitterspannung ergibt, daß sie, wie angenommen, tatsächlich Strom führt. Was hier für die Röhre 3 entwickelt wurde, gilt auch für jede andere Röhre. Demnach hat die 5-Röhren-Kette 5 stabile Zustände, in denen jeweils eine Röhre leitend ist, während alle übrigen gesperrt sind.

Vor die eigentliche Zählkette ist wieder eine Hilfsröhre H geschaltet, der die gleiche Aufgabe wie bei der 2-Röhren-Kette zufällt. Ein ihrem Gitter aufgedrückter positiver Zählimpuls läßt die ursprünglich stromlose Hilfsröhre leitend werden. Der am gemeinsamen Kathodenwiderstand entstehende negative Spannungsstoß wird allen Röhren der Zählkette zugeführt. Er wirkt sich zunächst nur an der wieder als leitend angenommenen Röhre 3 aus, deren Anodenstrom er unterdrückt. Wie die Schaltung zeigt, ist die Anode einer Röhre über den Kondensator C nur mit dem Gitter der unmittelbar folgenden Röhre verbunden. Die durch das Verschwinden des Anodenstromes hervorgerufene Erhöhung des Anodenpotentials lädt diesen Kondensator weiter auf; sein Ladestrom läßt die Spannung an R_{C4} zusätzlich ansteigen, so daß die Röhre 4 — aber nur diese — einen den negativen Spannungsstoß überwiegenden positiven Impuls für ihr Gitter erhält. Die Gitterspannung der Röhre 4 sinkt, sie wird leitend und sperrt dadurch die übrigen Röhren der Kette.

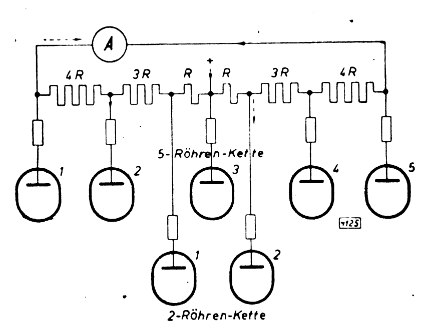


Abb. 8. Schaltung zur unmittelbaren Anzeige des Zählergebnisses einer dekadischen Stufe

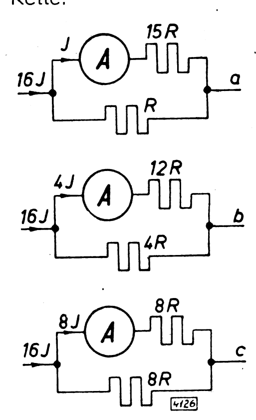


Abb. 9. Stromverteilung zur Schaltung nach Abb. 8

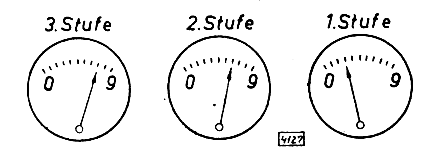


Abb. 10. Unmittelbare Anzeige des Zählergebnisses 763

Der Zählimpuls hat die Übergabe der Stromführung von der Röhre 3 an die Röhre 4 erwirkt. Die Anode der 5. Röhre ist über den Kondensator C mit dem Gitter der 1. Röhre verbunden. Nach der 5. übernimmt wieder die 1. Röhre die Stromführung. Die Anordnung gleicht also einer in sich geschlossenen 5gliedrigen Kette.

Dekadische Zählstufen

Abb. 6 zeigt die Wirkungsweise einer dekadischen Stufe, die aus der Reihenschaltung einer 2-Röhren- und einer 5-Röhren-Kette entstanden ist. Die leichtere Verständlichkeit gegenüber Abb. 4 springt in die Augen. Der rechte Pfeil in der 10. Zeile soll andeuten, daß der positive Spannungsstoß auch auf die nächste Stufe wirkt. Jeder 10. Eingangsimpuls ergibt also einen Ausgangsimpuls für die folgende Stufe. Auch hier muß natürlich darauf geachtet werden, daß vor Beginn der Zählung immer die ersten Röhren jeder Kette Strom führen.

In Abb. 7 ist der Zustand eines 3-stufigen dekadischen Röhrenzählers dargestellt, der 763 Impulse gezählt hat. Es lassen sich beliebig viele dekadische Stufen aneinanderreihen. Ihre Anzahl ist gleich der höchstmöglichen Stellenzahl der zu messenden Zählimpulse.

Die Anzeige des Zählergebnisses

Zur Anzeige des Zählergebnisses einer Stufe kann z. B. ein Amperemeter dienen, das nach Abb. 8 von einem Teil des Anodenstromes der leitenden Röhren durchflossen wird. Abb. 9 zeigt die Stromverteilung, die sich je nach der Lage der leitenden Röhren ergibt. In Abb. 9b ist

die 1., in Abb. 9 c die 2. Röhre der 5-Röhren-Kette als stromführend angenommen. Die gleichen Bilder ergeben sich für die 5. und 4. Röhre, nur ist die Stromrichtung im Amperemeter entgegengesetzt. Diesen Strömen überlagert sich

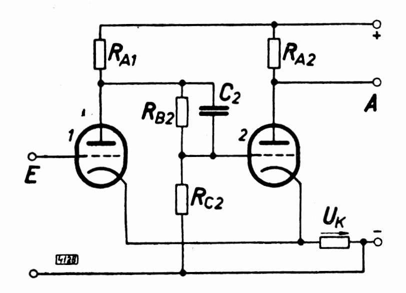


Abb. 11. Der Röhrenkippschalter als Impulsumformer

noch der in Abb. 9 a angegebene Amperemeterstrom, der von der leitenden Röhre der 2-Röhren-Kette herrührt und gleichfalls positiv oder negativ sein kann. Man erhält demnach je nach der Anzahl der gemessenen Impulse folgende im Amperemeter angezeigten Ströme:

Impulszahl	Leitende Röhren 2-Röhren-	5-Röhren-Kette	Strom in Amperemeter (willkürliche Einheiten)
0	1	1	− 1 − 8 = − 9
1	2	1	+ 1 − 8 = − 7
2	1	2	− 1 − 4 = − 5
3	2	2	+ 1 − 4 = − 3
4	1	3	− 1 = − 1
5	2	3	+ 1 = + 1
6	1	4	− 1 + 4 = + 3
7	2	4	+ 1 + 4 = + 5
8	1	5	− 1 + 8 = + 7
9	2	5	+ 1 + 8 = + 9

Die Stromstufen sind gleichmäßig, die Skala des Drehspuleninstrumentes, dessen Zeiger in stromlosem Zustand in der Mitte steht, gibt unmittelbar die Impulszahlen an. Die Amperemeter aller Stufen werden nebeneinander angeordnet, so daß man sofort das Zählergebnis ablesen kann (Abb. 10).

Die Impulsumformung

Der beschriebene Röhrenzähler eignet sich nicht unmittelbar zur Zählung von Impulsen beliebiger Größe und Form. Es ist vielmehr nötig, daß das Gitter seiner ersten Hilfsröhre genau definierte Spannungsstöße erhält. Zu diesem Zweck schaltet man vor die erste Stufe einen Impulsumformer, der die Aufgabe hat, die eigentlichen Zählimpulse, die die verschiedenste Gestalt aufweisen können, in Impulse von stets gleichbleibender Größe und Form umzuwandeln. Der Impulsumformer (Abb. 11) ist ein Röhrenkippschalter, dessen Wirkungsweise jener der 2-Röhren-Kette ähnelt.

Der Zählimpuls wird dem Gitter der Röhre 1 zugeführt; am Anodenwiderstand R_{A2} der Röhre 2 wird der umgeformte, rechteckförmige Impuls abgenommen. Im Ruhezustand ist nur die Röhre 2 leitend, an R_{A2} liegt eine genau definierte Spannung. Überschreitet nun der dem Gitter der Röhre 1 aufgedrückte Zählimpuls einen gewissen, durch die negative Vorspannung U_K bestimmten Wert, so wird die Röhre 1 leitend, ihr Anodenpotential sinkt; dem Gitter der Röhre 2 wird ein durch den Entladestrom des Kondensators C verstärkter negativer Spannungsstoß zugeführt, die Röhre 2 wird gesperrt. Ihre Gitterspannung ist nunmehr durch den Anodenstrom der Röhre 1, also durch die augenblickliche Größe des aufgedrückten Zählimpulses bestimmt. Unterschreitet er einen gewissen Wert, so sinkt die (negative) Gitterspannung der Röhre 2 so weit, daß sie wieder leitend wird, wobei der Ladestrom des Kondensators C den positiven Spannungsstoß für das Gitter der Röhre 2 verstärkt. Die Spannung U_K steigt und unterbindet den Strom in Röhre 1.

Der Röhrenkippschalter weist also zwei Kippunkte auf, in denen sich der Anodenstrom der Röhre 2 nahezu sprunghaft von seinem vollen Wert auf Null oder umgekehrt ändert. Die beiden Kippunkte fallen *nicht zusammen*, wie aus Abb. 12 a, die den zeitlichen Verlauf des aufgedrückten Zählimpulses zeigt, ersichtlich ist. Die Ausschaltung der Röhre 2 erfolgt bei einer höheren Zählimpulsspannung als

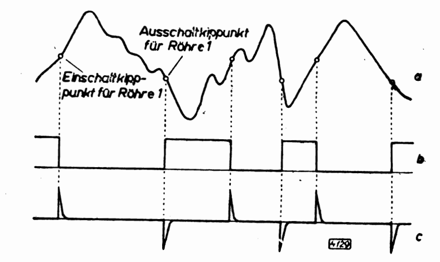


Abb. 12. Umformung des Zählimpulses

ihre Wiedereinschaltung. Dies ist deshalb erwünscht, um kleine Schwankungen in der Zählimpulsspannung nicht mitzuzählen. In Abb. 12 b ist der umgeformte Spannungsverlauf wiedergegeben, der am Gitter der Hilfsröhre der ersten Stufe die in Abb. 12 c dargestellten Spannungsstöße erzeugt. Wie schon erwähnt, werden nur die positiven Impulse von der Hilfsröhre verarbeitet und gezählt.

Ein neues Anwendungsgebiet für Röhrenzähler ist die exakte Messung kleinster Zeiten. Hierzu führt man während der zu messenden Zeit die Schwingungen eines kristallgesteuerten Oszillators einem Röhrenzähler als Zählimpulse zu. Seine Ein- und Ausschaltung erfolgt durch Röhrenschalter. Aus der bekannten Oszillatorfrequenz und der abgelesenen Impulszahl ergibt sich die Meßzeit.

Abschließend möge noch bemerkt werden, daß die gezeigten Schaltungen der leichteren Verständlichkeit halber auf das Wesentliche vereinfacht wurden.

Dipl.-Ing. O. Schneller

Literatur:
Electronic-Engineering, Jänner, Februar 1947,
Radio-News (Electr. Eng.), August 1947.

UKW-Rundfunk und Fernsehen

Über Versuche, die zur Ermittlung der Reichweite des Pariser Fernsehsenders auf dem Eiffelturm angestellt wurden, berichtet »La Television«. In 47 km Entfernung von Paris wurden mit einer senkrechten Dipolantenne, die 2 m über dem Dach angeordnet war, sehr gute Erfolge erzielt. Die Bildröhre wurde vollständig ausmoduliert und die Bildqualität war zufriedenstellend. Beim Tonempfang war eine mehr als ausreichende Empfindlichkeitsreserve festzustellen. Der verwendete Empfänger hatte im Bildteil eine Empfindlichkeit von 350 Mikrovolt für die hundertprozentige Aussteuerung der Bildröhre und im Tonteil für 50 mW Ausgangsleistung einen Eingangsspannungsbedarf von 100 Mikrovolt.

Versuche, die mit der gleichen Anlage, jedoch mit einer Viertelwellen-Innenantenne ausgeführt wurden, ergaben eine schon sehr schlechte Bildwiedergabe, während der Tonempfang gerade noch ausreichend war. Die Zweckmäßigkeit einer guten Außenantenne für den Fernsehempfang wurde dadurch überzeugend nachgewiesen.

Zwischen Frankreich und England ist eine enge Zusammenarbeit auf dem Gebiete des Fernsehens beabsichtigt. Programme, Erfahrungen und Personal soll zwischen den beiden Sendegesellschaften ausgetauscht werden, um die Fortschritte in den beiden Ländern zu beschleunigen. Den Programmaustausch *will* man übrigens mittels eines hoch fliegenden Flugzeuges durchführen, das als Relaisstation für die Sendungen des Eiffelturmsenders bzw. des Senders auf dem Alexandra Palace in London dienen wird.

Von der amerikanischen Rundfunkgesellschaft ABC werden gemeinsam mit Kodak und der Empfängerfabrik Philco Versuche durchgeführt, die den Zweck verfolgen, aktuelle Ereignisse möglichst bald nachdem sie stattgefunden haben, durch den Fernsehrundfunk zu verbreiten. Die Begebenheiten werden zunächst gefilmt, der Film rasch nach einem Spezialverfahren entwickelt und eventuell per Flugzeug zum Fernsehsender gebracht. Siebzig Minuten nach der Aufnahme kann bereits gesendet werden, wobei die Filmentwicklung u. U. schon im Flugzeug vorgenommen wird.

Diese Versuche erinnern an das in Deutschland schon vor etwa 10 Jahren benützte Zwischenfilmverfahren, das allerdings damals deswegen entwickelt wurde, um Freilichtaufnahmen machen zu können, die mit der damals noch sehr geringen Empfindlichkeit der Fernsehkameras auf direktem Wege noch nicht möglich waren.

Ein Antennenmast von nicht weniger als 467 m Höhe soll in Des Moines in den Vereinigten Staaten errichtet werden. Dieser Turm, der um 61 Meter höher sein wird als das Empire State Building in New York, soll gebaut werden, um auf seiner Spitze die Antenne eines frequenzmodulierten UKW-Senders zu tragen, der dank dieser großen Antennenhöhe dann das ganze Gebiet des Staates Iowa versorgen kann.

Auf dem Mount Diablo bei San Francisko will man einen FM-Sender mit einer Leistung von 50 kW errichten.

Nach Pressemitteilungen hat man sich in Frankreich entschlossen, den bisher vom Pariser Fernsehsender benutzten Bild-Standard noch etwa 10 Jahre für die Pariser Region beizubehalten, um die Anschaffung von Fernsehempfängern nicht unwirtschaftlich zu machen. Außerdem sollen aber in den nächsten 2 bis 3 Jahren zwei Sender in Paris mit einem besseren Standard (etwa 1000 Zeilen) in Betrieb genommen werden. Mit dem gleichen neuen Standard sollen auch so schnell als möglich Sender in der Provinz errichtet werden.

Die Universität Brüssel hat einen Versuchssender für Frequenzmodulation dem Betrieb übergeben. Die Station, die auf einer Frequenz von 93 MHz arbeitet, hat eine Antennenleistung von 400 W. Der Frequenzhub ist wie üblich 75 kHz, der Klirrfaktor bei 75 kHz unter 0,5%, der Frequenzgang wird mit 1 db zwischen 25 und 16.000 Hz angegeben, bei einem Störabstand von 50 db für 80% Modulation. Die Antenne ist auf einem 55 m hohen Schornstein angeordnet.

Die australische Rundfunkgesellschaft ABC hatte angekündigt, daß die Einführung des FM-Rundfunks in Kürze beabsichtigt ist. Gegen diese Verlautbarung hat die Vereinigung der Empfängerfabrikanten protestiert und verlangt, daß in Zukunft Rundfunksendungen über dieses Thema unterbleiben sollen. Offenbar befürchten die Erzeuger von AM-Geräten eine Verminderung des Absatzes ihrer Geräte. Die ABC ließ sich jedoch nicht einschüchtern und erklärte als Antwort neuerlich über den Rundfunk, daß es eben Aufgabe der Industrie sei, gute und billige FM-Empfänger herzustellen, auch wenn es einige Anstrengung und eine gewisse Senkung der Gewinnspanne bedeute.

Antennen

Eigenschaft, Anpassung und Berechnung

(Fortsetzung von Heft 5/6)

Es ist vorteilhaft, Z in mehreren Stufen (z. B. 10, 30, 100, 300 Ohm) auswechselbar zu machen, um immer in der Nähe der günstigsten Anzeige arbeiten zu können ($k = 1$). Bei großen Antennenwiderständen ist manchmal die Schaltung eines bekannten Blindwiderstandes parallel zu den Meßklemmen zweckmäßig.

Mit der Bestimmung des Antennenwiderstandes ist die Voraussetzung dafür geschaffen, Ausgangsschaltungen von Sendern und Eingangsschaltungen von Empfängern richtig dimensionieren zu können. Während bei Empfängern der Verwendungszweck entscheidend für die Wahl der an die Eingangsschaltung zu stellenden Forderungen ist, ist bei Sendern vor allem die optimalste Leistungsabgabe zu gewährleisten. Daneben sind natürlich verschiedene Bedingungen, wie Oberwellensiebung u. dgl., zu erfüllen.

3. Anpassung und Abstimmung

Ein Sender ist ein Hochfrequenz-Generator, der unter bestimmten Bedingungen ein Maximum an Leistung abzugeben imstande ist bzw. dabei einen optimalen Wirkungsgrad besitzt.

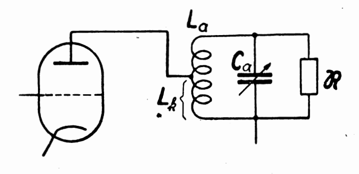


Abb. 17. Direkter Anschluß der Antenne an den Anodenkreis

Bei sonst gleichen Betriebsbedingungen hängen Ausgangsleistung und Wirkungsgrad vom Belastungswiderstand ab, wobei im allgemeinen ein zu kleiner Belastungswiderstand einen schlechten Wirkungsgrad und damit gewöhnlich eine Überlastung der Senderendstufe bedingt, während ein zu hoher Außenwiderstand einen zu geringen Leistungsumsatz ergibt.

Die Größe des günstigsten Außenwiderstandes hängt natürlich von den verwendeten Röhren ab und ist für den betreffenden Betriebsfall (Anodenspannung, Modulationssystem usw.) aus den Röhrenkennlinien unschwer zu ermitteln. Er kann daher für die folgenden Ausführungen als bekannt vorausgesetzt werden.

Im allgemeinen liegt nun der Wert dieses optimalen Außenwiderstandes Ra (oft Anodenwiderstand genannt, weil er ja an der Anode der Senderröhre wirksam ist) in der Größenordnung von einigen Tausend Ohm. Er muß natürlich unbedingt reell sein, darf also keine Blindkomponente besitzen, da sich sonst Nachteile bei der Aussteuerung und vor allem bei der Modulation ergeben. Die Antennenwiderstände sind nun, wie schon aus Abbildung 2 hervorgeht, nur in den allerseltensten Fällen rein ohmisch und auch kaum in der Größenordnung des verlangten Außenwiderstandes Ra. Es handelt sich also darum, durch geeignete Schaltungsmaßnahmen den komplexen Antennenwiderstand $\mathfrak{R}$ einerseits reell zu machen, andrerseits ihn im wesentlichen auf die Größe von Ra zu transformieren.

Hier ist noch zu bemerken, daß zur Erzielung eines guten Wirkungsgrades die Senderendstufen so weit ausgesteuert werden, daß der Anodenstrom bedeutende Verzerrungen aufweist. Es ist deshalb notwendig, im Anodenkreis einer Senderendstufe einen Schwingungskreis entsprechend kleiner Dämpfung zu verwenden, damit die abgegebene Wechselspannung genügend sinusförmig bleibt.

Die einfachste, früher auch häufig verwendete Schaltung für den Anschluß einer Antenne an den Sender zeigt die Abbildung 17. Im Anodenkreis der Endröhre liegt ein Schwingungskreis, an dessen heißes Ende die Antenne angeschlossen wird, so daß der Antennenwiderstand $\mathfrak{R}$ praktisch parallel zum Schwingungskreis liegt. Durch entsprechende Abstimmung von Ca kann der Kreis in Resonanz gebracht werden, wobei der Blindwiderstand der Antenne für die Verstimmung des Kreises, der Wirkwiderstand für seine Dämpfung maßgebend sind. Da im allgemeinen der Resonanzwiderstand des Kreises relativ hochohmig sein wird, muß die Anode an eine geeignet gewählte Anzapfung gelegt werden.

Um eine Übersicht über das Verhalten dieser Schaltung zu geben, erscheint es zweckmäßig, eine überschlägige Berechnung vorzunehmen. Zunächst sei zur Vereinfachung angenommen, daß, wie es meist der Fall ist, die Abstimmung durch Änderung von La, also mittels eines Variometers vorgenommen werde und eine zusätzliche Kreiskapazität Ca nicht vorhanden sei. Bedenkt man ferner, daß für $\mathfrak{R}$ die Reihenschaltung $R + jX$ gesetzt werden kann (Gl. 1), so ergibt sich aus den bekannten Transformatorgleichungen zwangslos der Ansatz

$$Ea = j\,\omega\,Lk\,Ia + j\,\omega\,M\,I$$
$$O = (j\,\omega\,La + j\,X + R)\,I + j\,\omega\,M\,Ia$$

Darin ist Ia der Anodenwechselstrom, I der Antennenstrom und

$$M = k\sqrt{La\,Lk}$$

Rechnet man aus der zweiten Gleichung I aus, setzt diesen Wert in die erste ein und dividiert man durch Ia, so erhält man $\mathfrak{Z} = \frac{Ea}{Ia}$, also den im Anodenkreis liegenden Widerstand der Schaltung:

$$\mathfrak{Z} = j\,\omega\,Lk + \frac{\omega^2 M^2}{j\,\omega\,La + j\,X + R}$$

Wie weiter oben ausgeführt, muß dieser aber gleich dem optimalen Arbeitswiderstand Ra gemacht werden. Setzt man daher die reelle Komponente von $\mathfrak{Z}$ gleich Ra und die imaginäre gleich Null, so erhält man Bestimmungsgleichungen für La und Lk.

Ohne allzu großem Fehler kann man für überschlägige Rechnungen den Kopplungskoeffizienten k der Spule gleich 1 setzen, wenn, wie gewöhnlich die Anode einfach an einen Abgriff der Spule La gelegt wird. Dann wird

$$M = \sqrt{La\,Lk}$$

und man erhält

$$\omega\,La = -X + \frac{R^2}{X} \qquad 10)$$

$$\omega\,Lk = -\frac{R\,Ra}{X} \qquad 11)$$

Aus Gl. 11 ersieht man, daß, wie zu erwarten, umso loser angekoppelt werden muß, je kleiner R und Ra und je größer X sind. Ein großes X und ein kleines R bedeuten ja eine geringe Dämpfung und daher einen hohen Resonanzwiderstand des Schwingungskreises.

Die Gleichung 10 läßt erkennen, daß der Kreis gegen die Resonanzbedingung für Reihenresonanz ($\omega\,La = -X$) verstimmt werden muß, damit Ra wie erforderlich reell wird. Ist aber R klein gegen X (was für kurze Antennen immer zutrifft), so ist der Unterschied unbedeutend.

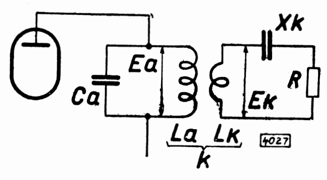


Abb. 18. Induktive Ankopplung der Antenne

Es ist übrigens gebräuchlich, das Übersetzungsverhältnis

$$ü = \sqrt{\frac{La}{Lk}}$$

einzuführen, das ungefähr dem Verhältnis der Windungszahlen von La und Lk entspricht. Für $R \ll X$ erhält man damit aus Gl. 10 und 11 unschwer

$$ü = \frac{X^2}{R\,Ra} \qquad 12)$$

Der Hauptnachteil dieser Schaltung ist die Tatsache, daß die Senderendröhren sehr leicht überlastet werden können. Eine geringe Änderung der Antennenabstimmung genügt, daß der Anodenwiderstand stark absinkt und ein unzulässiges Ansteigen des Anodenstromes und damit eine Überlastung der Röhren bewirkt. Bei der Abstimmung muß aus diesem Grunde sehr vorsichtig vorgegangen werden, in der Regel ist anfangs die Aussteuerung der Röhren herabzusetzen, bis man die ungefähre Abstimmung gefunden hat. Ein Gleichlauf der Abstimmelemente mit den übrigen Kreisen des Senders ist nicht möglich und auch die Oberwellensiebung ist bei weitem nicht ausreichend.

Durch die Verwendung des in Abb. 17 gezeichneten Kondensators Ca, der auch zur Abstimmung benützt werden kann,

werden diese Nachteile etwas verringert, doch steigen dann, wie sich leicht zeigen läßt, die Verluste im Kreis stark an, wenn ein größerer Erfolg erzielt werden soll. Aus allen diesen Gründen wird daher diese Schaltung kaum mehr verwendet.

Heute geht man grundsätzlich so vor, daß man an die Anode der Senderendröhre einen abgestimmten Schwingungskreis legt, der, womöglich im Gleichlauf mit den Vorstufen, immer auf die Betriebsfrequenz abgestimmt ist. Für die Ankopplung der Antenne sind zusätzliche Abstimmelemente vorgesehen. Man erreicht dadurch eine größere Sicherheit gegen Überlastungen sowie eine bessere Oberwellensiebung.

Die naheliegendste und oft, besonders bei Amateurgeräten sehr einfach herstellbare Methode ist die induktive Ankopplung nach Abb. 18. An die Spule des Anodenkreises wird eine Kopplungsspule Lk angekoppelt, die in Reihe mit einem Kondensator Ck die Antenne speist. Der Grund für die Verwendung dieses Kondensators wird später ersichtlich werden.

Um die Rechnung nicht unübersichtlich zu machen und zu sehr zu erschweren, sei angenommen, daß der Belastungswiderstand reell sei. Dies ist in der Praxis auch immer der Fall, denn wie später noch erläutert werden wird, stimmt man die Antenne ab, das heißt man schaltet einen Blindwiderstand solcher Größe und Richtung in Reihe oder parallel zur Antenne, daß der resultierende Widerstand rein ohmisch wird. Der Belastungswiderstand des Senders ist dann der um den Verlustwiderstand der Abstimmschaltung vergrößerte Antennenwirkwiderstand bzw. der resultierende Wirkwiderstand der Schaltung. Für die Anpassung an den Sender und daher für die folgenden Betrachtungen ist es an sich auch vollkommen gleichgültig, wie dieser Belastungswiderstand entsteht, z. B. kann er auch durch eine Energieleitung gebildet werden.

Mit den Bezeichnungen der Abb. 18 lassen sich wieder leicht zwei Transformatorgleichungen anschreiben.

$$E_a = j\omega L_a I_o + j\omega M I$$

$$O = (j\omega L_k + jX_k + R)\, I + j\omega M I_o$$

wobei Io den Strom im Schwingungskreis, I den Strom im Verbraucher und

$$M = k\sqrt{L_a L_k}$$

den Koeffizienten der gegenseitigen Induktion bedeuten.

Wenn nun aus der zweiten Gleichung I berechnet und in die erste Gleichung eingesetzt wird, erhält man nach Division durch Io den Widerstand des induktiven Zweiges des Schwingungskreises

$$\mathfrak{Z} = \frac{E_a}{I_o} = j\omega L_a + \frac{\omega^2 M^2}{j\omega L_k + jX_k + R}$$

Die Parallelschaltung von $\mathfrak{Z}$ mit der Kreiskapazität Ca ergibt den Widerstand des Anodenkreises

$$\mathfrak{Z}_a = -\frac{j\,\dfrac{\mathfrak{Z}}{\omega C_a}}{\mathfrak{Z} - \dfrac{j}{\omega C_a}}$$

Dieser muß nun wieder rein ohmisch und gleich Ra sein. Da bei der Ankopplung die Abstimmung des Anodenkreises ungeändert bleiben muß, können nur Xk und Lk bzw. die Kopplung k veränderlich gemacht werden. Um die entsprechenden Werte zu berechnen, braucht man nur die obige Gleichung für $\mathfrak{Z}_a$ in die reelle und imaginäre Komponenten zu zerlegen. Die reelle Komponente gleich Ra gesetzt liefert

$$k^2 L_k = L_a \frac{R}{R_a} \qquad 13)$$

während man durch Nullsetzen der Blindkomponente

$$X_k = -L_k(1 - k^2) \qquad 14)$$

erhält.

Man sieht, daß zur Einstellung der richtigen Ankopplung zweierlei notwendig ist. Einerseits muß durch Wahl einer bestimmten Kopplung nach Gl. 13 die Transformation des Belastungswiderstandes auf den Wert des optimalen Anodenwiderstandes vorgenommen werden. Dabei hat man mit zwei unabhängigen Variablen zu tun, nämlich mit Lk und k. Man kann daher z. B. die Spulen La und Lk unbeweglich anordnen, so daß ihre gegenseitige Kopplung gleich bleibt und die Anpassung mittels verschiedener Abgriffe an Lk ändern oder man macht eine Spule drehbar oder verschiebbar und kann so kontinuierlich durch Änderung der Kopplung die Anpassung vornehmen.

Die Gleichung 14 sagt nun andrerseits aus, daß zwischen R und Lk ein Blindwiderstand Xk von bestimmter Größe und Richtung geschaltet werden muß, damit die Blindkomponente des Anodenwiderstandes verschwindet. In der Praxis sieht die Sache so aus, daß man zuerst bei extrem loser Kopplung den Anodenkreis auf Resonanz einstellt, wenn dies nicht schon durch den Gleichlauf der Abstimmmittel zwangsläufig erfolgt ist. Dann wird die Kopplung fester gemacht und mit Xk auf den größten Antennenstrom nachgestimmt und dieser Vorgang solange wiederholt, bis die maximal zulässige Anodenstromaufnahme der Senderendröhren erreicht wird. Es sei hier noch vorweggenommen, daß bei einfachen Antennenabstimmschaltungen der Blindwiderstand Xk gewöhnlich mit dem zur Abstimmung der Antenne erforderlichen kombiniert ist, so daß die Abstimmung der Antenne und die Einstellung des erforderlichen Wertes von Xk gleichzeitig erfolgen und daher nicht als getrennte Vorgänge aufscheinen.

(Fortsetzung folgt)

Vom Internationalen Radio-Club

Im abgelaufenen Jahr hat der Internationale Radio Club eine ganze Reihe interessanter Vorträge und Diskussionen abgehalten. Einer davon war der von Ing. Ludwig Ratheier, der sich mit der Elektronenemission der Glühkathoden beim Bau der Radioröhren befaßte. Nach kurzer prinzipieller Erläuterung der heutigen Auffassung der thermischen Elektronenemission führte der Vortragende die Zuhörer in die physikalischen Geheimnisse beim Aufbau der Kathode ein.

Ein anderer äußerst interessanter Vortrag wurde von Ing. Skala über die Entwicklung der modernen Fernsehtechnik gehalten, der sich insbesondere mit den Problemen der Großprojektion befaßte.

Dr. Ing. Stejskal sprach über die Hohlleiter und Hohlraumresonatoren auf dem Dezimeter- und Zentimetergebiet.

Ing. Sobotka referierte über die moderne Entwicklung der kommerziellen drahtlosen Telephonie und Telegraphie.

Verschiedene andere Vortragende kamen ebenfalls zu Wort und man kann mit ruhigem Gewissen behaupten, daß die Themata dem heutigen modernen Standpunkt der drahtlosen Nachrichtentechnik und der Elektronik voll und ganz angepaßt waren.

Der IRC veranstaltete auch eine Exkursion in das Funkhaus der Ravag in der Argentinierstraße während des Betriebes und ermöglichte seinen Mitgliedern, die derzeitigen improvisierten Sendeanlagen sowie die Studioeinrichtungen kennenzulernen.

Das nächste Vortragsprogramm

6. Februar: Dipl.-Ing. Emil Synek, Klangtreue Wiedergabe bei elektroakustischen Übertragungen.
20. Februar: Dipl.-Ing. Ernst Steinbrecher, Ausgewählte Kapitel der Zentimeterwellen.
5. März: Ing. Josip Sliškković, Kathodeon, Messender für Fernsehgeräte.

Alle Veranstaltungen finden im Café Landtmann, Wien, I, Dr.-Karl-Lueger-Ring, statt, Beginn 19 Uhr.

Die Internationale Radio-Konferenz in Atlantic City

(Schluß von Seite 126)

Von großer Bedeutung ist die Schaffung einer Stelle, die eine Registrierung und Kontrolle der auf der ganzen Welt verwendeten Frequenzen vornehmen wird. Für dieses Comité international d'enregistrement des frequences (C. I. E. F.), dessen Präsident Miles (U. S. A.) ist, wird Anfang 1948 in Genf eine vorbereitende Kommission zusammentreten. Das C. I. E. F. steht vor großen Aufgaben, da z. B. vom Berner Büro bisher mehr als 60.000 Frequenzen registriert wurden.

Auf der Weltkurzwellenkonferenz, die am 15. August 1947 begann, wurde für Länder mit Kolonien bzw. großer Ausdehnung von Frankreich und Rußland die Forderung nach einer Priorität dieser Länder bei der Zuteilung von Frequenzen gegenüber den kleinen Staaten gefordert. Diese Vorschläge, denen unter anderem auch England und die Vereinigten Staaten entgegentreten, wurden jedoch abgelehnt und es wurde beschlossen, daß auch die kleineren Länder nach Maßgabe ihrer Bedürfnisse Kurzwellen zugewiesen erhalten sollen. Dies ist besonders auch für Österreich wichtig, das starke Kurzwellensendungen für seine kulturelle und wirtschaftliche Werbung nicht entbehren kann. Auch über die kurzen Wellen wurde in Atlantic City keine Entscheidung getroffen. Diese soll von einer internationalen Kurzwellenkonferenz geschehen, die für Herbst 1948 nach Mexiko einberufen wurde. Eine fünfgliedrige vorbereitende Kommission soll im März in Genf zusammentreten, um einen Entwurf für die Frequenzverteilung auszuarbeiten.

Die Konferenzen von Atlantic City wurden am 2. Oktober beendet. Die Zeremonie der Unterschrift des Schlußprotokolls durch die Vertreter der 78 Staaten dauerte 2 Stunden. Wenn auch viele Fragen noch nicht gelöst wurden und, wie oben erwähnt, späteren Konferenzen vorbehalten bleiben, so wurde doch der Anfang gemacht, für den Weltnachrichtenverkehr wieder international bindende Regeln festzulegen. Es wird vielleicht bei anderer Gelegenheit noch möglich sein, näher auf die Ergebnisse dieser Konferenz und insbesondere auf ihre Bedeutung für Österreich einzugehen.

Amerikanische Miniaturröhren

Auch die Rundfunkempfängerröhren wurden in den letzten Jahren um ein Bedeutendes weiterentwickelt. Die dabei erzielten Fortschritte sind dabei weniger an den elektrischen Eigenschaften, die im großen und ganzen kaum geändert wurden, als vielmehr an den Abmessungen zu erkennen. Denn wenn auch manche elektrische Verbesserung, z. B. geringeres Rauschen, kleinere Heizleistung, besserer Regelkennlinien, höherer Frequenzbereich usw. festzustellen sind, so ist es doch vor allem die Größe bzw. Kleinheit der neuen Röhren, die den Empfängerbau der nächsten Jahre wesentlich beeinflußen wird.

Ein bedeutender Schritt in der Richtung einer Verkleinerung der mechanischen Abmessungen der Rundfunkröhren war die neue Ausführung der Sockel, die als ebene Platte mit eingeschmolzenen Durchführungen ausgebildet wurde, so wie dies schon seit geraumer Zeit von verschiedenen Spezial- bzw. Wehrmachtsröhren bekannt ist. So konnte z. B. bei den bekannten *Rimlock*-Röhren der Kolbendurchmesser auf rund 22 mm verkleinert werden, ohne daß das Röhrensystem selbst wesentlich kleiner ausgeführt werden mußte.

In den Vereinigten Staaten werden neben Röhren der Rimlock-Art nun seit ungefähr zwei Jahren Empfängerröhren mit noch kleineren Abmessungen erzeugt. Es handelt sich um die sogenannten *Miniatur*röhren, die einen Kolbendurchmesser von bloß 19 mm besitzen. Der Fortschritt wird besonders deutlich, wenn man etwa eine Endröhre in Miniaturausführung z. B. eine 6 AQ 5 mit einer AL 4 vergleicht, da beide ungefähr die gleiche elektrische Leistung besitzen, nämlich etwa 4,5 Watt Ausgangsleistung.

Die Verringerung der Abmessungen gegenüber der Rimlockserie konnte z. T. dadurch erzielt werden, daß der Metallsockel weggelassen wurde. Die Miniaturröhren bestehen aus einem Glaskolben mit angeschmolzenem ebenen Boden, in dem bis zu sieben Stifte eingeschmolzen sind, die zugleich Durchführungen und Kontaktstifte sind. Die Gesamtlänge der Röhren, einschließlich Stifte und Pump-Abschmelzung beträgt zwischen 54 und 67 mm. Durch die Kürze der Verbindung von der Fassung zum Elektrodensystem ergibt sich automatisch, daß die Röhren bis zu sehr hohen Frequenzen, z. T. bis in den Bereich der Meter-Wellen verwendet werden können.

Selbstverständlich ist auch die Fassung ganz wesentlich kleiner und einfacher als die bisherigen. Sie besitzt allerdings keinerlei Führung mehr, so daß man beim Einsetzen der Röhren vorsichtig vorgehen muß. Die Fassung enthält normalerweise auch keine Abschirmung, diese muß, z. B. mittels einer Buchse in der Mitte, bei Bedarf zusätzlich angebracht werden.

Es ist klar, daß die Verkleinerung der Röhrenabmessungen beim Bau eines Gerätes nicht voll ausgenützt werden kann. Es muß ja sowohl Rücksicht auf die Erwärmung der benachbarten Einzelteile als auch auf die Handhabung genommen werden. Immerhin bedeutet die Einführung der Miniaturröhren wiederum einen großen Schritt in der Richtung kleinerer Chassis-Abmessungen und damit geringerer Gestehungskosten. Hand in Hand mit der Entwicklung der immer kleinerer Röhren geht ja auch das Bestreben, die übrigen Einzelteile, wie Drehkondensatoren, Spulen, Kondensatoren, Widerstände, Batterien usw. ebenfalls erheblich zu verkleinern und damit preiswerter zu machen. Insbesondere in England und in den Vereinigten Staaten wurde in dieser Hinsicht bereits viel erreicht. In diesen Ländern spielt ja auch der Taschenempfänger (Personalradio) bereits eine nicht unbedeutende Rolle und dafür sind vor *allem kleine* Einzelteile erforderlich.

Für uns arme Mitteleuropäer ist natürlich die Befürchtung naheliegend, daß die Preise dieser neuen Miniaturröhren besonders hoch sein werden. Nun, sie liegen mit etwa 1,30 bis 3,20 Dollar brutto pro Stück kaum wesentlich über den Preisen normaler Röhren, d. h. um den Lohn für eine bis zwei Arbeitsstunden kann man eine derartige Röhre erwerben. Nebenbei bemerkt, kostet in den USA. ein einfacherer Rundfunkempfänger auch nur etwa einen halben Wochenlohn . . .

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der wichtigsten Daten einiger typischer Miniaturröhren. Es gibt darüber hinaus noch weitere Typen, so daß man sowohl für Batteriebetrieb, als auch für Wechselstrom- oder Allstromausführung jede beliebige Empfängerschaltung mit normaler Ausgangsleistung ausführen kann. Erwähnt sei noch, daß es neuerdings auch Röhren gibt, die vor allem für Batteriebetrieb entwickelt wurden und noch kleinere Abmessungen besitzen. Diese *Sub-Miniatur*röhren haben aber naturgemäß schon eine etwas kleinere Leistung, eignen sich aber vorzüglich für kleine tragbare Geräte. Sie besitzen keine Fassungen mehr, sondern werden in die Schaltung eingelötet.

Die Erzeugung der Miniaturröhren wurde auch in einigen europäischen Ländern, vor allem in England, aufgenommen.

Bezeichnung	Type	Länge samt Stifte mm	Heizspannung V	Heiz-Strom A	Anodenspannung V	Schirmgitterspannung V	Schirmgitterstrom mA	Anodenstrom mA	Innerer Widerstand kOhm	Außenwiderstand kOhm	Steilheit mA/V	Nutzleistung W
1 A 3	HF-Diode	54	1,4	0,15	330[1]							
1 L 4	HF-Pentode	54	1,4[7]	0,05	90	90	2	4,5	260		1,025	
1 R 5	Pentagrid-converter	54	1,4[7]	0,05	90	67,5	3,2	1,6	600		0,3	
1 S 4	Endpentode	54	1,4[7]	0,1	90 45	67,5 45	1,4 0,8	7,4 3,8	100 100	8 8	1,57 1,25	0,27 0,065
1 S 5	Diode-NF-Pentode[4]	54	1,4[7]	0,05	90[2]	90[3]						
3 V 4	Endpentode	54	1,4[7] 2,8	0,1 0,05	90 90	67,5 67,5	2,1 1,7	9,5 7,7	100 120	10 10	2,15 2,0	0,27 0,24
6 AG 5	HF-Pentode	54	6,3	0,3	100 250	100 150	1,6 2,0	5,5 7,0	300 800		4,75 5,0	
6 AQ 5	Strahl-Endröhre	67	6,3	0,45	180 250	180 250	3 4,5	29 45	58 52	5,5 5	3,7 4,1	2,0 4,5
6 AQ 6	Doppeldiode-Triode	54	6,3	0,15	100 250			0,8 1,0	61 58	$\mu=70$ $\mu=70$	1,15 1,2	
6 BA 6	HF-Pentode	54	6,3	0,3	250	100	4,2	11	1000		4,4	
6 C 4	HF-Triode	54	6,3	0,15	300			25				5,5
6 BE 6	Pentagrid-Converter	54	6,3	0,3	100 250	100 100	7,3 7,1	2,8 3,0	500 1000		0,45 0,475	
6 X 4	Vollweggleichrichter[5]	67	6,3	0,6				70				
12 BE 6	Pentagrid-Converter	54	12,6	0,15			übrige Daten wie bei 6 BE 6					
35 B 5	Strahl-Endröhre	67	35	0,15	110	110	3	40		2,5	5,8	1,5
45 Z 3	Einweggleichrichter[6]	54	45	0,075				65				
50 B 5	Strahl-Endröhre	67	50	0,15	110	110	4	49	10	2,5	7,5	1,9

1) Sperrspannung
2) Über Anodenwiderstand 1 MOhm
3) Über Vorwiderstand 3 MOhm
4) Verstärkung zirka 50 fach
5) Sperrspannung 1250 V, Anodenwechselspannung max 325 Volt
6) Sperrspannung 350 V, Anodenwechselspannung max 117 Volt
7) Heizung direkt

Fachliteratur

Verstärker mit konstanter Verstärkung

J. J. Zaalberg van Zelst, Philips Technische Rundschau, Jahrgang 9, Heft 1

Dieser Aufsatz beschäftigt sich mit der Möglichkeit der Konstanthaltung der Verstärkung von Röhrenverstärkern. Dabei wird vorausgesetzt, daß alle Betriebsspannungen nur in engen Grenzen schwanken und auch die verwendeten Schaltelemente keinen Änderungen unterworfen sind. Nur die Steilheit der Röhren soll sich durch Alterung oder Röhrenwechsel ändern.

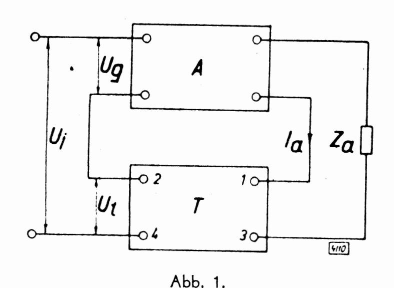


Abb. 1.

Der Verfasser teilt die Möglichkeiten, die zu einer Konstanz der Verstärkung führen, in zwei Gruppen:

I. Die Steilheit bleibt in ihrem (geänderten) Zustand, die Verstärkungskonstanz wird durch Hinzufügen eines korrigierenden Betrages zum Eingangs- oder Ausgangssignal erreicht.

II. Die Steilheit wird mit Hilfe einer Regelspannung geändert.

Diese Regelspannung gewinnt man durch Gleichrichtung einer mitverstärkten, nicht störenden Hilfswechselspannung.

Im einzelnen unterscheidet man:

I a) Rückkopplung

Einem Verstärker A (Abb. 1) wird die zu verstärkende Spannung U zugeführt Der entstehende Ausgangswechselstrom I wird über ein Rückkopplungsnetz T geführt, an dessen Ausgang die Spannung U_t entsteht, die zu U_g hinzugefügt wird. Je nach der Phasenlage von U_t zu U_g unterscheidet man Mit- oder Gegenkopplung. Wir betrachten nur die Gegenkopplung.

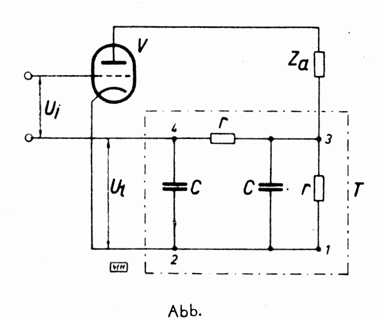


Abb.

Der Verstärker A ist durch die Steilheit

$$S = \frac{I_a}{U_g} \text{ charakterisiert,}$$

während T die Übertragungsimpedanz

$$Z = \frac{U_t}{I_a} = R + jX \quad \text{besitzt.}$$

Die Gesamtanordnung hat dann die Steilheit

$$S' = \frac{I_a}{U_i} \text{ und mit } U_i = U_g + U_t$$

$$\text{sowie } U_g = \frac{I_a}{s} \text{ und } U_t = Z \cdot I_a$$

ergibt sich

$$S' = \frac{I_a}{\frac{I_a}{s} + Z \cdot I_a} = \frac{1}{\frac{1}{s} + R + jX}$$

und

$$/S/ = S_{eff} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{s} + R\right)^2 + X^2}} \quad 1)$$

R und X sind so zu wählen, daß eine Änderung von S wenig Einfluß auf S_{eff} hat. Dabei ist noch zu bedenken, daß R und X negativ sein können, ohne daß im Rückkopplungsnetzwerk T negative Widerstände, Selbstinduktionen oder Kapazitäten enthalten sind. Daher wird man

$$R = -\frac{1}{2}\left(\frac{1}{S_{min}} + \frac{1}{S_{max}}\right) \quad 2)$$

wählen, wobei die Steilheit S aus irgendwelchen Gründen (siehe oben) zwischen S_{max} und S_{min} schwanken soll. Berechnet man R nach (2), so wird der Klammerausdruck in (1) immer sehr klein bleiben.

Der Absolutbetrag von S — S_{eff} kann durch Wahl eines großen X beliebig klein gemacht werden; die Gesamtverstärkung geht dabei natürlich zurück, den S_{eff} wird mit wachsendem X kleiner. Wird S_{eff} kleiner als S, dann spricht man von negativer Rückkopplung oder Gegenkopplung. Der Verlust an Verstärkung wird durch einen bedeutenden Gewinn an Verstärkungskonstanz und durch geringere Verzerrungen wettgemacht.

Ein Beispiel soll das oben Gesagte erläutern: Für das in Abb. 2 angegebene Rückkopplungsnetzwerk gilt:

$$R = \frac{1 - p^2}{1 + 7p^2 + p^4} \cdot \gamma;$$

$$X = \frac{-3p}{1 + 7p^2 + p^4} \cdot \gamma \quad 3)$$

wobei $p = \omega C r$ und $\omega = 2\pi f$ ist. Die Berechnung von R und X gilt daher exakt immer nur für eine Frequenz f.

Beträgt z. B. die mittlere Steilheit S = 5 mA/V und die mögliche Änderung 10%, so berechnet man aus (2) mit

$$S_{max} = 1{\cdot}1 \,.\, 0{\cdot}005 = 0{\cdot}0055 \text{ und}$$

$$S_{min} = 0{\cdot}9 \,.\, 0{\cdot}005 = 0{\cdot}0045$$

$$R = -\frac{1}{2}\left(\frac{1}{0{\cdot}0055} + \frac{1}{0{\cdot}0045}\right) = $$

$$= -0{\cdot}5\,(182 + 222)$$

$$R = -202\,\Omega$$

R in (3) wird negativ, wenn p=1. Wählt man p = 2, womit auch die Frequenz f festgelegt ist, so ergibt sich

$$\gamma = 3030\,\Omega,\ C = 0{\cdot}105\,\mu F \text{ und}$$

$$S_{eff} = 2{\cdot}5 \text{ mA/V} \pm 0{\cdot}064\,\%$$

Opfert man nur die Hälfte der Verstärkung, so erhöht sich die Verstärkungskonstanz ganz beträchtlich.

Ein weiterer Vorteil ist, daß bei Gegenkopplung keine Selbsterregung eintreten kann, solange S reell ist, was praktisch immer der Fall ist, denn die Steilheit erhält erst eine bedeutendere Blindkomponente, wenn die Wellenlänge der zu verstärkenden Schwingung in die Größenordnung der Elektrodenabstände der Verstärkerröhre kommt. (UKW-Gebiet.)

Ein Nachteil ist, daß diese Schaltung jeweils nur für ein schmales Frequenzband verwendbar ist.

I b) Hinzufügung eines korrigierenden Betrages zum Ausgangssignal

Bei der geforderten mittleren Steilheit S_0 des Verstärkers muß ein bestimmter Teil der Ausgangsspannung gleich der Eingangsspannung sein. Man vergleicht beide Spannungen und führt die Differenz einem eigenen Verstärkerkanal zu, der dieselbe mittlere Steilheit S_0 hat wie der Hauptverstärker.

Schwankungen der Steilheit beim Hilfsverstärker wirken sich bei der Gesamtverstärkung nur schwach aus.

Abb. 3 zeigt eine Schaltung nach diesem Prinzip. Hat V_1 die gewünschte Steilheit, dann ist $U_1 = U_2$ und an V_2 tritt keine Gitterwechselspannung auf. Jede Schwankung der Steilheit in der Röhre V_1 wird vollkommen ausgeglichen, wenn nur die Steilheit der Röhre V_2 genau S_0 ist. An einem Beispiel wird in der Originalarbeit gezeigt, daß bei einer Steilheitsschwankung in der Röhre V_2 von 10% die Gesamtverstärkung nur um 0.5% schwankt.

Die Vorteile dieser Schaltung sind:
Kein Verstärkungsverlust, stark verminderte Verzerrungen, Eignung für ein breites Frequenzband.

II a) Regelung der Steilheit mit einer getrennt erzeugten Hilfsspannung

Dem Verstärker wird zusammen mit dem Hauptsignal ein Hilfssignal zugeführt, das eine nicht störende Frequenz hat. Nach der Verstärkung wird das Hilfssignal gleichgerichtet und die so erhaltene Regelspannung an das Steuergitter zurückgeführt. Die Verstärkerröhre muß natürlich eine gekrümmte Ia/Ug-Kennlinie (Exponentialkennlinie) haben.

Abb. 4 zeigt einen HF-Verstärker, der nach obigem Prinzip ausgelegt ist. Die Wirkungsweise sei kurz beschrieben:

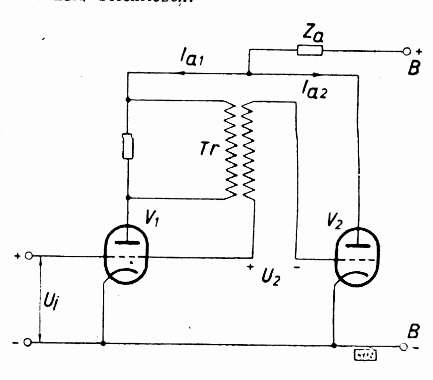


Abb. 3.

Die niederfrequente Hilfsspannung NF wird dem Transformator Tr 1 zugeführt und die an der Sekundärwicklung sec 1 auftretende Wechselspannung in der Diode D 1 gleichgerichtet. Die am Widerstand R 2 abfallende Gleichspannung U_1 würde eine positive Gitterspannung an V erzeugen. Jedoch wird die an der Sekundärwicklung sec 2 auftretende Wechselspannung mitverstärkt und über den Transformator Tr 2 in D_2 gleichgerichtet. Die dadurch am Widerstand R_3 auftretende Gleichspannung U_2 ist U_1 entgegengerichtet. Das Übersetzungsverhältnis von Tr 2 ist so gewählt, daß bei der normalen Steilheit U_1 gleich U_2 ist und daher nur der an R_1 durch den Anodengleichstrom von V erzeugte Gittervorspannung am Steuergitter der Röhre wirksam ist. Wird die Steilheit der Röhre kleiner, so wird auch U_2 kleiner als U_1 und es tritt am Steuergitter außer der negativen Gittervorspannung eine positive Spannung gegen Kathode auf, die den Arbeitspunkt so lange verschiebt, bis U_1 und U_2 wieder einander gleich sind.

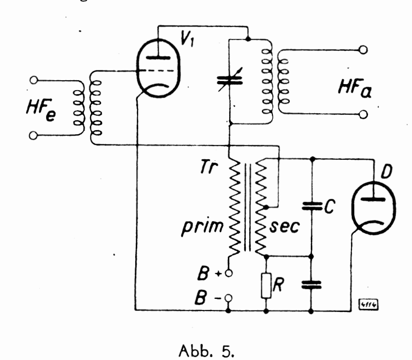


Abb. 5.

Wollte man als Hilfsspannung die Netzspannung verwenden, so müßten die Glättungskondensatoren sehr groß sein und dadurch die Regelgeschwindigkeit klein. Es sind daher Frequenzen um 1000 Hz gebräuchlich.

Eine elegantere und einfachere Lösung bringt der nächste Abschnitt.

II b) Regelung der Steilheit mit einer im Verstärker erzeugten Hilfsspannung

Aus den von Zaalberg van Zelst angegebenen Varianten sei eine herausgegriffen und an ihr das Prinzip der Möglichkeit II b erläutert. Abb. 5 zeigt, daß die Röhre V_1 sowohl zur Verstärkung der HF als auch zur Erzeugung der Hilfsfrequenz verwendet wird. Für den Schwingungszustand muß die Bedingung S . Z = — 1 erfüllt sein, wobei

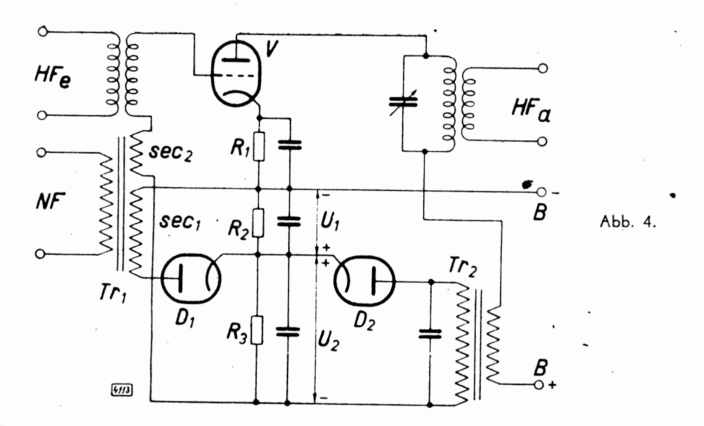


Abb. 4.

Z die Übertragungsimpedanz für die Rückkopplung ist. Da Z konstant ist, stellt sich durch die Regelspannung auch immer das gleiche S ein, damit die Bedingung S . Z = — 1 erfüllt bleibt. Voraussetzung ist wieder eine mehr oder weniger gekrümmte Ia/Ug-Kennlinie.

Und nun zur Schaltung:

Die Sekundärwicklung des Transformators Tr bildet mit dem Kondensator C einen niederfrequenten Schwingkreis. Ein Teil der an diesem Kreis auftretenden Wechselspannung wird ans Gitter geführt. (Rückkopplung.) Die niederfrequente Spannung wird in der Diode D gleichgerichtet und die am Widerstand R abfallende Gleichspannung wird als Regelspannung über den unteren Teil der Sekundärwicklung an das Gitter von V_1 geführt.

Von den gezeigten Methoden sind natürlich unzählige Varianten und Kombinationen möglich. Mit einem entsprechenden Aufwand kann die Konstanz der Verstärkung von Röhrenverstärkern fast beliebig gesteigert werden.

Fernsehempfänger mit optischen Kunstharzlinsen

(ACA und »Nature«)

In den zurzeit allgemein gebräuchlichen Fernsehempfängern entsteht das Bild auf dem fluoreszierenden Schirm einer Kathodenstrahlröhre. Es kann direkt oder mittels eines geeignet angebrachten Spiegels betrachtet werden. Die gebräuchlichen Kathodenstrahlröhren geben Bilder von etwa 15×20 cm. In dieser Größenordnung liegt auch die praktische Grenze der Bildgröße von Privatempfängern, weil größere Kathodenstrahlröhren unhandlich und auch teuer sind. Trotzdem wäre es wünschenswert, daß der Fernsehempfänger ein ungefähr viermal so großes ebenes Bild liefern sollte. Forschungen in dieser Richtung sind seit einigen Jahren im Gange. Es wurde ein Apparat entwickelt, in dem eine kleine Kathodenstrahlröhre ein Bild von nur 5 bis 7½ cm Durchmesser auf ihrem Schirm entwirft. Dieses Bild, das eine verhältnismäßig große Helligkeit hat, wird über ein dazu berechnetes optisches System auf einem ebenen Schirm vergrößert abgebildet. Obwohl bedeutende Fortschritte im Bau der Kathodenstrahlröhren gemacht wurden, so ist die Leuchtkraft des Schirmbildes für eine normale Optik doch nicht ausreichend. Man hat aus diesem Grunde ein von Schmidt ursprünglich für astronomische Zwecke entwickeltes optisches System auch für Fernsehempfänger berechnet. Der große Vorteil dieser Optik liegt in ihrer ungeheuren Lichtstärke und damit in der ausgezeichneten Ausnützung der Schirmbildhelligkeit der Röhre. Zum Gebrauch in einem Fernsehempfänger befindet sich gegenüber der Kathodenstrahlröhre ein großer Konkavspiegel, der das Bild an der Röhre wieder auf einen ebenen Schirm abwirft. Um die bei so großen Öffnungswinkeln austretende sphärische Aberration zu kompensieren, muß in den Strahlengang eine Korrektionslinse eingeschaltet werden. In der von Schmidt konstruierten Optik ist sie eine komplizierte asphärische Linse, die im Krümmungszentrum des Spiegels montiert ist. Diese Linse aus Glas herzustellen, wäre eine langwierige und teuere Arbeit, die nur von geschulten Fachkräften ausgeführt werden könnte. Obwohl schon viele Versuche gemacht wurden, derartige Linsen maschinell herzustellen, so ist man wirtschaftlich noch nicht in der Lage, die Massenproduktion für Fernsehempfänger aufzunehmen. Diese Einschränkung wurde weitgehend aufgehoben durch die jüngsten Fortschritte in der Bearbeitung und im Gebrauch von Kunstharzen. Besonders durch ein neues Verfahren der Oberflächenbearbeitung ist es jetzt möglich, Kunstharzgegenstände hoher optischer Qualität im Großen fabriksmäßig herzustellen.

In Großbritannien stehen zwei verschiedene Rohstoffe in größeren Mengen zur Verfügung: Polymetacrylsäuremethylester und Polystyrol. Transpex 1 und Transpex 2 sind die Bezeichnungen dieser Stoffe in der Optik. Ihr Brechungsvermögen für sichtbares Licht entspricht ungefähr dem von Kron- bzw. Flinthglas. Diese Stoffe werden durch dauernde Sonnenbestrahlung nicht beeinflußt und, sowohl ihre Erweichungstemperatur bei ca. 120 Grad liegt, zeigen sie auch bei stärkster Beanspruchung keine merkliche Formänderung. Die Herstellung der Linsen geht in zwei Stufen vor sich. Zuerst wird nach bekannten Methoden eine »Vorform« aus Kunstharz hergestellt. Dann wird eine dünne Schicht des gleichen Materials auf die Oberfläche dieser Vorform aufgebracht, und zwar innerhalb einer gläsernen Hohlform, so daß die endgültige Oberfläche der Kunstharzlinse ein genaues Abbild der Oberfläche der Hohlform darstellt. Für die Hohlform wird Glas als transparentes Material verwendet, weil die Polymerisation nur im Licht stattfindet. Außerdem ist Glas das härteste Material, das in genügenden Mengen vorhanden ist, denn es muß die Gefahr des Zerkratzens sorgfältig vermieden werden. Die asphärischen Hohlformen werden erst maschinell so weit als möglich bearbeitet und dann von einem geschulten Linsenschleifer mit der Hand fertiggestellt. Auch die Herstellung dieser Formen ist langwierig und teuer, dies wird aber dadurch gerechtfertigt, daß von einer einzigen Form eine beträchtliche Anzahl Kunstharzlinsen gemacht werden können. Der Zeitbedarf für dieses Oberflächenbearbeitungsverfahren ist ziemlich groß, trotzdem ist menschliche Beaufsichtigung nur kurz nötig. Um die Produktionskosten so nieder zu halten, wie es für die Erzeugung von Heim-Fernsehempfängern notwendig ist, verwendet man eine größere Anzahl Hohlformen, die auf einem Fließband die einzelnen Phasen des Herstellungsverfahrens durchlaufen. Eine Fabrik, die nach diesen Gesichtspunkten arbeiten wird, ist in Bau und man hofft, mit der Erzeugung gegen Ende dieses Jahres beginnen zu können.

Anläßlich eines Vortrages demonstrierte Doktor Starkie zwei typische Fernseh-Projektionsapparate nach Schmidt, die Kathodenstrahlröhren von 5,7 und 8,3 cm Schirmdurchmesser verwendeten. Die endgültige Bildgröße beider Systeme war 33×40 cm. Die chromatische Aberration war gering. Man vertrat die Meinung, daß sie geringer sei, als für die gegenwärtigen Fernsehübertragungen der BBC erforderlich ist. Obwohl der kleinere der beiden Apparate eine Projektionsentfernung von 1 m zwischen Kathodenstrahlröhre und Bildschirm aufwies, wurde gezeigt, wie er bequem in ein Empfängergehäuse normaler Dimensionen eingebaut werden kann. Eine dritte Anlage nach Schmidt, die für die Fernseh-Projektion in kleinen Kinos gedacht ist, wurde ebenfalls gezeigt. Sie enthielt einen Spiegel von 46 cm Durchmesser und gab ein Bild mit einer Diagonale von 380 cm.

Obwohl dieser Vortrag hauptsächlich der Anwendung von Kunstharzlinsen beim Fernsehempfang gewidmet war, so wurde doch hervorgehoben, daß durch das neue Oberflächenbearbeitungsverfahren komplizierte asphärische Linsen auch für die allgemeine Anwendung in der Optik zu vernünftigen Preisen hergestellt werden können.

(Siehe auch Radio-Rundschau 3/1946.)

Versuche, die kürzlich in den Vereinigten Staaten gemacht wurden, zeigten, daß Wellen von etwa 3 cm Länge bei schwachem Regen nur unwesentlich geschwächt wurden. Sehr starker Regen bewirkte bei dieser Wellenlänge eine Dämpfung von rund 5 db pro Meile. Bei einer Wellenlänge von rund 1 cm betrug die Dämpfung bei starkem Regen bereits 25 db pro Meile. Für Wellenlängen um 6 mm wurde eine Dämpfung von 0,6 db pro Meile je Millimeter Regenniederschlagshöhe pro Stunde festgestellt. (Journ. J. Telecom.)

Kürzlich wurde in Frankfurt am Main ein neuer Sender in Betrieb genommen, dessen Antennenleistung rund 100 kW beträgt. Diese Station, die auf einer Frequenz von 1195 kHz arbeitet, ist in Österreich gut zu hören. Es soll sich um einen Sender amerikanischer Herkunft handeln, als Antenne wird ein selbststrahlender Mast von 120 m Höhe verwendet.

Nach dem neuen Fünfjahresplan soll die Rundfunkempfängererzeugung der Sowjetunion auf 75% über den Vorkriegsstand gebracht werden. Über 900.000 Empfänger sollen im Jahr hergestellt und 4,000.000 Drahtfunkanschlüsse eingerichtet werden.

Die Schweiz baut ihren Kurzwellenrundfunk ganz bedeutend aus. Mit dem Bau eines neuen 100-kW-Senders wurde bereits begonnen, die Arbeiten an einem zweiten, ebenso starken, sollen demnächst aufgenommen werden.

Sendungen von Standardfrequenzen

Wireless World, April 1947, Seite 132.

Die Einrichtung eines neuen Rundfunkdienstes wird durch das »Central Radio Propagatin Laboratory« des »American National Bureau of Standards« (US-Eich- und Meßamt) bekanntegegeben. Auf 8 verschiedenen Frequenzen (siehe die Tabelle) werden die Uhrzeit, und zwar die von New York in Telegraphen-Kurzzeichen alle 5 Minuten in genauem Zeitabstand und die Tonfrequenzen 440 und 4000 Hz gesendet. Ferner ist ein regelmäßiger Dienst eingerichtet, mit welchem die Empfangsverhältnisse bekanntgegeben werden.

Sendefrequenz in MHz	Zeit von Greenwich	Sendeleistung in KW	Tonfrequenz in Hz
2,5	0000—1400	1	440
5	0000—1200	10	
5	1200—0000	10	440 u. 4000
10	durchlaufend	10	
15		10	
20		0,1	
25		0,1	
30		0,1	440
35		0,1	

Die Trägerfrequenzen sind konstant innerhalb der Grenzen von $\pm$ 2.10^{-8} des Sollwertes der betreffenden Frequenz. Im genauem Abstand von jeweils einer Sekunde werden Impulse gegeben, die eine Dauer von 0,005 Sekunden haben und als ein schwaches Ticken zu hören sind; nur in der 59 sten Sekunde jeder Minute wird der Impuls ausgelassen.

Die Anzeige ungünstiger Empfangsverhältnisse geschieht in der Weise, daß jeweils 20 und 50 Minuten nach der vollen Stunde eine Reihe von Morsezeichen des Buchstabens »W« nach der Zeitangabe durchgegeben werden. Liegt keine Warnung vor, dann folgen der Zeitangabe an Stelle der Buchstaben »W« eine Anzahl von »N«. Eine Warnung bedeutet, daß innerhalb der folgenden 12 Stunden zu erwarten ist, daß eine Störung über den Nordatlantik ziehen wird oder dort bereits im Zunehmen begriffen ist. Als Störung wird hier besonders niedrige Feldstärke und starkes Fading (Flattererscheinungen) oder gänzliches Ausbleiben der Signale verstanden. Die Warnungen beziehen sich jedoch nicht auf Störungen, die durch plötzliche Änderungen in der Ionosphäre hervorgerufen werden. Die Sendestationen melden sich zur vollen und halben Stunde durch ihr Rufzeichen, den Buchstaben WWV.

Man ist bestrebt, den Dienst der Stationen nicht nur auf das Gebiet der USA, sondern weiter auszudehnen, weshalb z. B. 6 der in der Tabelle angegebenen Sender 24 Stunden im Tag in Betrieb stehen. Das US-Amt für Eich- und Meßwesen ist dankbar für Empfangsmeldungen, welche unter Angabe der empfangenden Frequenz an das »Central Radio Propagation Laboratory, National Bureau of Standard«, Washington, 25, DC. zu senden sind.

Die meisten amerikanischen Rundfunkempfänger, vor allem natürlich die billigeren Typen, sind nur für Mittelwellen eingerichtet. Der Einbau eines Kurzwellenbereiches würde Mehrkosten von etwa 2 bis 6 Dollar bedeuten, die man angesichts der allgemeinen Uninteressiertheit am Auslandsempfang nicht für tragbar hält. Daneben gibt es allerdings Modelle für anspruchsvolle Hörer, die mit jedem erdenklichen Empfangskomfort und natürlich auch mit meist mehreren Kurzwellenbereichen ausgestattet sind.

Neue Erzeugnisse

20-Watt-Verstärker 2046 A

Der Verstärker ist für den Anschluß eines Mikrophons, zur Schallplattenwiedergabe und durch den eingebauten Rundfunkteil zum direkten Empfang eines Ortssenders geeignet.

Er besitzt drei Stufen, darunter eine Gegentakt-Endstufe und hat Gegenkopplung. Durch den neuartigen Aufbau wurde es möglich, die Abmessungen und das Gewicht klein zu halten, was große Beweglichkeit und vielseitige Anwendung zuläßt.

Das Gerät ist für Wechselstromanschluß zwischen 110 und 220 V eingerichtet.

Nach Entfernung eines rechts am Gehäuse befindlichen Deckels ist mittels Schraube die gewünschte Netzspannung einstellbar.

Der Eingang ist durch den Stufenschalter auf der Frontplatte auf die Stellungen Radio — Mikrophon — Tonarm umschaltbar. In der ersten Stellung ist der eingebaute Radioteil eingeschaltet, für den an den beiden Buchsen »Ant« und »Erde« der Anschluß einer Antenne bzw. Erdleitung notwendig ist.

Der Empfangsteil des Verstärkers ist eine Audionstufe, doch kann bei schlechter Empfangslage auch ein hochempfindliches normales Rundfunkgerät vorgeschaltet werden.

Dieses ist dann an die Buchsen »Mikrophon« oder »Tonarm« anzuschließen und der Stufenschalter in die entsprechende Stellung zu bringen. Die Tonfrequenzspannung des Rundfunkgerätes wird am besten direkt vom niederohmigen Lautsprecher abgezweigt.

An den Verstärkereingang können gleichzeitig zwei Tonfrequenz-Spannungsquellen angeschlossen werden (an Buchsen »Mikrophon« und »Tonarm«), die dann durch den dreistufigen Schalter wahlweise einschaltbar sind.

Die beiden Eingänge für Mikrophon und Tonarm sind völlig gleichartig. Bei den mit »laut« bezeichneten Buchsen erfolgt die volle Vorverstärkung wirksam, bei den mit »leise« bezeichneten Buchsen etwa der zehnte Teil davon.

Die Abschirmhülle der Mikrophonzuleitung ist an eine der unteren Buchsen, die alle verbunden sind, und am Chassis des Verstärkers liegen, anzuschließen. Bei Verwendung eines Kohlenpotentiometers ist ein passender Übertrager mit Akkumulator vorzusehen.

Auf der rechten Seite des Verstärkers befindet sich die Anschlußleiste des Ausgangs-Übertragers.

Nach dem Lösen der acht Schrauben an der Frontplatte ist das Gehäuse abhebbar und die Röhren und Signallämpchen zugänglich.

Technische Daten:

Bestückung: 3 × AF 7, 2 × AL 5, 1 × AZ 4
Ausgangsleistung: 20 Watt
Klirrfaktor: < 5%
Leistungsaufnahme: 130 Watt
Netzspannung umschaltbar: 110, 125, 150, 220 Volt
Eingang umschaltbar: Radio, Mikrophon, Tonarm
Eingangsspannnung für volle Aussteuerung, Tonarm und Mikrophon: Buchse laut 10 mV, Buchse leise 100 mV
Ausgangswiderstand wahlweise: 20, 50, 150, 500 Ohm
Frequenzbereich: 30 bis 10.000 Hz
Baß- und Höhenanhebung durch Gegenkopplung
Wellenbereich des Rundfunkteiles: 490 bis 1500 kHz
Gewicht: ca. 11 kg

C 1	500 pF
C 2	500 pF
C 4	50 pF/250
C 5	500 pF/250
C 6	10 MF/30/35 V
C 7	10.000 pF/250 V
C 8	200 pF/250 V
C 9	25.000 pF/250 V
C 10	10 MF/30/35 V
C 11	0.1 MF/250 V
C 12*	10.000 pF/250 V
C 13	5.000 pF/250 V
C 14	50.000 pF/250 V
C 15	50.000 pF/250 V
C 16	50 MF/30/35 V
C 17	5.000 pF/500 V
C 18	5.000 pF/500 V
C 19	16+16 MF/500/550 V
C 20	5.000 pF/250 V
C 21	16+16 MF/500/550 V
C 22	16+16 MF/500/550 V
C 23	25 pF/650 V
C 24	0.1 MF/250 V
C 25	300 pF/250 V

R 2	1 MOhm	0,25 W
R 3	0,1 MOhm (Potentiometer)	
R 4	0,1 MOhm (Potentiometer)	
R 5	1 MOhm	0,25 W
R 7	5000 Ohm	0,25 W
R 8	1000 Ohm	0,25 W
R 9	0,5 MOhm	0,25 W
R 10	10.000 Ohm	0,25 W
R 11	0,1 MOhm	0,5 W
R 12	10.000 Ohm	0,25 W
R 13	0,8 MOhm	0,25 W
R 14	1600 Ohm	0,25 W
R 15	0,8 MOhm	0,5 W
R 16	0,1 MOhm	0,5 W
R 17	0,8 MOhm	0,25 W
R 18	60.000 Ohm	0,25 W
R 19	5000 Ohm	0,25 W
R 20	60.000 Ohm	0,25 W
R 21	0,2 MOhm	0,25 W
R 22	300 Ohm	0,25 W
R 23	150 Ohm	4 W
R 24	170 Ohm	2 W
R 25	170 Ohm	2 W
R 26	300 Ohm	0,25 W
R 27	0,2 MOhm	0,25 W
R 28	0,1 MOhm	0,25 W
R 29	50.000 Ohm	0,25 W
R 30	30.000 Ohm	0,25 W
R 31	50.000 Ohm	0,5 W
R 32	1500 Ohm	1 W
R 33	10.000 Ohm	0,25 W

*) Nur bei Ausführung 2046 A —3.

Röhren: 3 × AF 7
2 × AL 5 (4688)
1 × AZ 4

Erzeuger: Philips, Wien VII.

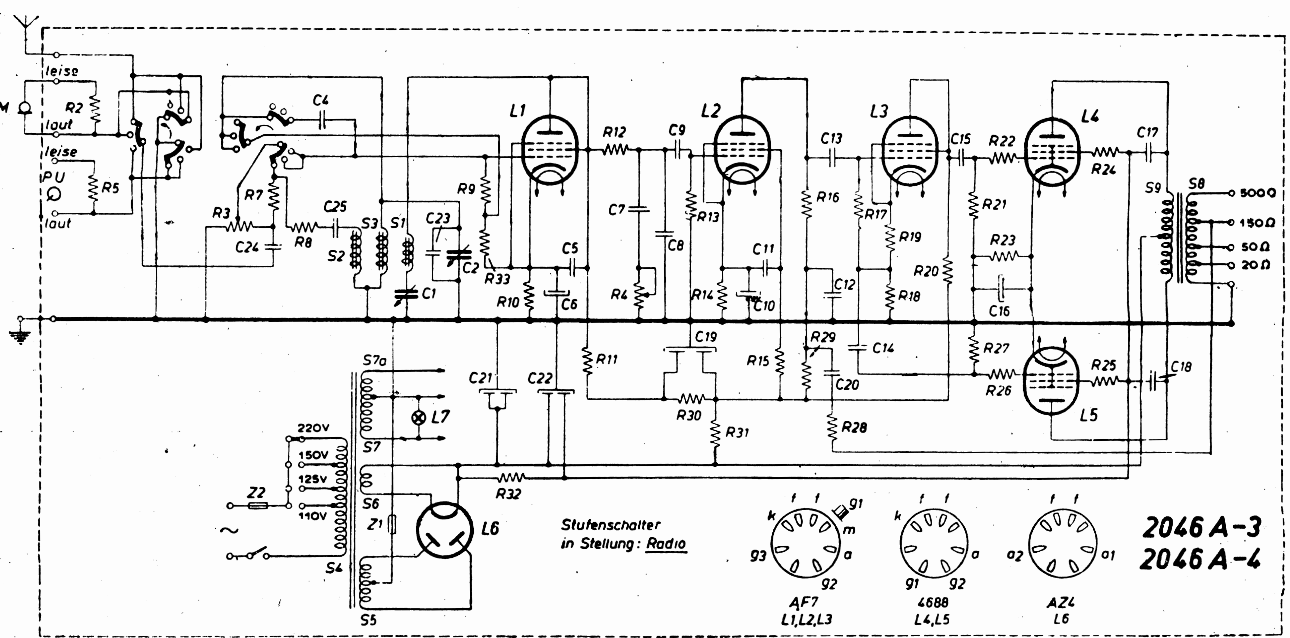
Funkempfänger „Nowaphon" mit „Superselektion"

Eine interessante Neuerscheinung im Funkgerätebau war auf der Wiener Herbstmesse im Rotundengelände in der Elektrohalle VII zu sehen. Die bekannte Erzeugerfirma für Glimmlampen, Leuchtröhren, Schaltröhren und sonstige hochvakuumtechnische Röhren, Ing. Karl Nowak O. H. G., bringt unter der Marke »Nowaphon« nunmehr auch Funkempfänger heraus. Es wurde ein sehr formschönes Gerät in liegender Bauart gezeigt, das in zweierlei Hinsicht bemerkenswert ist.

Erstens wurde bei der Konstruktion dieser Geräte darauf geachtet, diese »patentrein« herzustellen, d. h. ohne Benützung von Schutzrechten der Lizenz vergebenden Firmen des Rundfunkfaches. Dies ist seit Ablauf der Patentdauer der grundlegenden Patente des Rundfunkgebietes bekanntlich möglich.

Zum Zweiten aber geht die Firma auch einen ganz neuen technischen Weg. Der Dreiröhren-Geradeaus-Empfänger ist mit einer der Herstellerfirma mehrfach patentierten besonderen Selektionsanordnung versehen, die dem Gerät ausgezeichnete Trenneigenschaften verleiht. Diese als »Superselektion« bezeichnete Anordnung beruht auf dem Gegeneinanderwirken einer positiven und »reziproken« negativen Rückkopplung und verändert die Selektionskurve so, daß unter Wahrung einer gewünschten Empfangsbandbreite die Flanken der Kurve steil abfallen. Eine interessante prinzipielle Neukonstruktion, durch welche insbesondere dem Klein-Super ein scharfer Konkurrent erwächst.

Hersteller: Ing. Karl Nowak O. H. G., Spezialfabrik für Hochvakuum- und Elektrotechnik, Wien VI, Mollardgasse 8



Verstärkersatz für Magnetophone

Das Magnetophonverfahren weist insbesondere gegenüber anderen den Vorteil auf, daß die Aufzeichnung sofort wiedergabebereit und jederzeit löschbar ist. Deswegen haben Magnetophone mit Hochfrequenzbetrieb eine überragende Bedeutung für elektro-akustische Studios, insbesondere für Rundfunkstudios, gewonnen, nicht zuletzt aber auch wegen der hervorragenden Wiedergabequalität.

Die erforderlichen Verstärkersätze werden in transportabler Kofferausführung und in Gestellausführung hergestellt. Sie bestehen aus dem Aufsprechverstärker, dem Wiedergabeverstärker, einem Zwischenfeld mit den Anschlußklemmen sowie aus dem Netzgerät.

Der Aufsprechverstärker SpV 3461 hat die Aufgabe einen hochfrequenten Löschstrom für die Entmagnetisierung des Bandes im Löschkopf und einen weiteren Hochfrequenzstrom für die Vormagnetisierung im Sprechkopf zu liefern, sowie die aufzuzeichnenden Niederfrequenzen zu verstärken und in ihrem Frequenzgang zu beeinflußen. Die Beeinflußung des Frequenzganges besteht in einer Höhenanhebung, welche den durch die endliche Spaltbreite des Sprechkopfes bedingten Höhenabfall bei der Aufzeichnung kompensiert.

Im Eingang des Aufsprechverstärkers liegt ein Übertrager für den Anschluß an eine niederohmige Quelle (20 Ohm), welche zumindest 0,5 Volt liefert. Höhere Eingangsspannungen können mit Hilfe eines Potentiometers (»Eingangsspannung«) eingeregelt werden. Oberhalb des Potentiometers ist der mit Schraubenzieher einstellbare Regler für den Frequenzabgleich (»Überhöhung«) angeordnet. Die eingeregelte und frequenzmäßig beeinflußte Niederfrequenzspannung wird in einer Röhre EL 3 verstärkt und durch den Ausgangsübertrager dem Sprechkopf zugeführt. In zwei getrennten Röhrengeneratoren, die ebenfalls mit je einer Röhre EL 3 bestückt sind, werden die hochfrequenten Ströme für die Löschung und die Vormagnetisierung erzeugt. Der Vormagnetisierungsstrom wird dem niederfrequenten Aufzeichnungsstrom überlagert. Alle drei Ströme sind mit Hilfe eines umschaltbaren Instrumentes meßbar. Der Vormagnetisierungsstrom kann durch einen mit Schraubenzieher bedienbaren Regler (»Vormagnetisierung«) zwischen der zweiten und dritten Röhre auf den optimalen Wert eingestellt werden.

Der Wiedergabeverstärker SpV 3462 ist mit zwei Röhren EF 12 bestückt. Die vom Hörkopf gelieferte Spannung wird über einen Übertrager einer Entzerrungsschaltung zugeführt, welche den frequenzproportionalen Spannungsanstieg bei der Abnahme im Hörkopf ausgleicht. Zwischen den beiden Röhren liegen weitere Entzerrungsglieder, von denen das eine (»Höhenanhebung«) wieder eine Höhenanhebung zum Ausgleich des spaltbedingten Amplitudenabfalles der hohen Frequenzen bewirkt und das zweite (»f-Kurve«) eine Korrektur des Frequenzganges bei mechanischer Abnutzung der Köpfe im Betrieb ermöglicht. Im Ausgang der zweiten Röhre liegen ein Lautstärkeregler (»Lautstärke«) und der Ausgangsübertrager mit 200 Ohm Anpassungswiderstand. Bei normaler Besprechung des Bandes erhält man eine Ausgangsspannung von etwa 300 mV.

Im Zwischenfeld sind sämtliche Anschlußklemmen vorgesehen und zwar befindet sich auf der linken Seite der Eingang für den Aufsprechverstärker, sodann folgt ein Stecker für ein Mehrfachkabel, das den Hörkopf am Laufwerk mit dem Verstärkersatz verbindet und noch einige Hilfsverbindungen herstellt. Links von dem Stecker ist ein Kippschalter angeordnet, der die Hilfsverbindungen je nach dem verwendeten Laufwerk durchschaltet. Für Meßzwecke sind überdies in der Mitte des Zwischenfeldes Eingangsklemmen zum Wiedergabeverstärker vorgesehen. Auf der rechten Seite des Zwischenfeldes befinden sich die Anschlußbuchsen für die zum Löschkopf und zum Sprechkopf führenden Kabel und schließlich die Ausgangsklemmen des Wiedergabeverstärkers.

Das Netzgerät ist mit einer Röhre EZ 12 bestückt und trägt auf der rechten Seite die Sicherungen sowie ein Kontrollämpchen und den Schalter. Es ist für Wechselstromnetzanschluß an 110 oder 220 Volt gebaut.

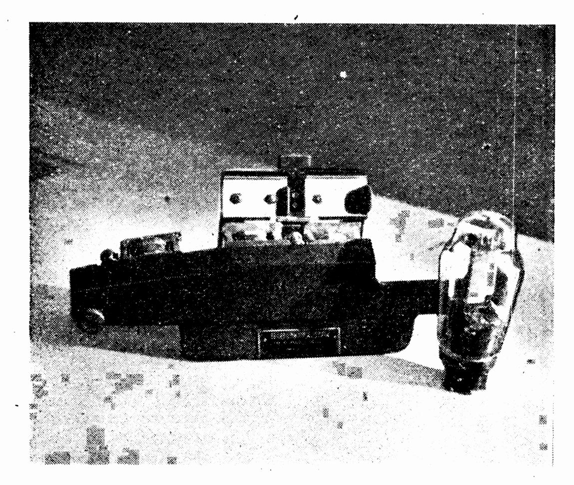
Hersteller: Telefunken, Wien VII.

Kopfträger für Magnetophone

Am Kopfträger sind in Laufrichtung des Bandes hintereinander der Löschkopf, der Sprechkopf und der Hörkopf angeordnet. Alle Köpfe sind in Ringform ausgeführt und haben magnetische Spalte, die für Längsmagnetisierung quer zum Trägerband verlaufen. Sie sind gegen Störfelder abgeschirmt und werden bei Befestigung des Kopfträgers am Laufwerk durch Steckkontakte an die zum Verstärkersatz führenden Kabel angeschlossen.

Der Kopfträger ist für die Laufwerke K 4 und R 22 a brauchbar. Die Laufwerke K 4, welche ursprünglich für Betrieb mit Gleichfeld-Vormagnetisierung verwendet wurden, werden von der angeführten Firma auf Hochfrequenzbetrieb umgebaut. Für die Kopfträger anderer Laufwerke können Einzelköpfe geliefert werden.

Zur Einstellung der einzelnen Betriebswerte und zu deren Messung wurde ein Zwischenstück entwickelt, welches zwischen Laufwerk und Kopfträger eingesetzt wird und alle erforderlichen Meßbuchsen enthält.



Hersteller: Telefunken, Wien VII.

Das „Stefra"-HF-Spulenbauprogramm

Die zweite grundsätzliche Ausführungsform der neuen »Stefra«-Spulen umfaßt eine Gruppe Kurzwellenspulen, die entweder unmittelbar für den Aufbau von Kurzwellengeräten, oder aber in Verbindung mit den oben beschriebenen Spulen der Typen M zur Bereichserweiterung herangezogen werden können.

Diese Kurzwellenspulen sind auf kleine Trolitulzylinder von 18 mm Durchmesser, und 32 mm Länge mit einem Oberflächenwiderstand und einem Verlustwinkel tg von 0,0001 einlagig und in Rillen unveränderlich distanziert aufgebracht, wobei die Gitterwicklung jeweils über den Wicklungsträger verteilt ist und die Kopplungsspulen zwischengewickelt sind. Die Trolitulkörper sind einseitig von einem Isolierträger abgeschlossen, der eine praktische Einlochmontage, z. B. unmittelbar am Wellenschalter ermöglicht. Mit einem zentrisch in einem Gewindestutzen schraubbaren Eisenkern, läßt sich die Selbstinduktion der Spulen innerhalb gewisser Grenzen variieren.

Korrespondierend mit den besprochenen »Stefra«-Spulen M werden nun in dieser Gruppe die Kurzwellenspulentypen »Stefra« Aud K, »Stefra« HF Trafo K und »Stefra« Osz. K erzeugt, die sich voneinander nur durch die Anzahl und Bemessung ihrer Wicklungen unterscheiden, sonst jedoch völlig analog den Mittelwellenspulen ihrer Typenbezeichnung entsprechend anwendbar sind.

Die dritte Grundform der neuen »Stefra«-Spulenserie umschließt die Typen der Mehrbereichsspulen und der ZF-Transformatoren. Ihnen allen gemeinsam ist eine andersartige konstruktive Gestaltung des Spulenträgers, sowie ihre Abschirmung durch einen Becher.

Die Wicklungen, von denen bei den Empfangsspulen bestimmungsgemäß jeweils solche für den Mittel- und den Langwellenbereich vorhanden sind, sind entweder in kleine Scheibenkörper mit Nuten aus Trolitul gewickelt, die auf den Spulenträger aufgeschoben und in der richtigen Lage dort fixiert sind, oder sie werden wie z. B. bei den ZF-Trafos in Kreuzwicklung unmittelbar auf den Träger aufgebracht. Ihre Induktivitäten sind durch feinverstellbare Schraubkerne aus Carbonyl Hochfrequenzeisen variabel.

Als markante Type in dieser Gruppe sei zuerst die »Stefra« Aud ML genannt. Sie trägt zwei Gitterspulen für die Bereiche 200 bis 600 und 800 bis 2000 m, sowie die niederinduktive Antennen- und die Rückkopplungswindungen in Scheibenwicklung und kann in Kombination mit der Type »Stefra« Aud K für den Aufbau von Allwellen-Audiongeräten verwendet werden.

Der »Stefra« HF-Trafo ML besteht aus zwei Gitterwicklungen für denselben Wellenbereich in Scheibenwicklung, und hat dazwischen eine hochinduktive Antennenspule in Kreuzwicklung angeordnet deren Eigenresonanz so gewählt ist, daß sie außerhalb der Empfangsbereiche fällt.

Für den Oszillatorteil in Supern für einen Empfangsbereich von 200 bis 600 m wurde die Type »Stefra« Osz. 468 kHz ML geschaffen, deren Gitter- und Kopplungswicklungen je in einem der schon erwähnten Scheibenkörper untergebracht sind.

Zu dieser Ausführungsform der neuen »Stefra«-Spulen gehören schließlich als besonders wichtige Bauelemente die neuen Zwischenfrequenzbandfilter der Typen »Stefra« ZF-Trafo 468 kHz und »Stefra« ZF-Trafo 468 kHz Rk. Davon ist das erstere ein normales zweikreisiges Bandfilter mit induktiver und durch sorgfältige Abstandsermittlung richtiger Kopplung der beiden in Kreuzwicklung ausgeführten Filterspulen. Die Kreiskapazitäten bilden zwei keramische Festblocks, so daß die genaue Einstellung auf die Zwischenfrequenz mit Hilfe der Schraubkerne erfolgt, die eine Variation von $\pm$ 5% der Sollfrequenz erlauben.

Durch dieses umfangreiche Erzeugungsprogramm an Radiobauteilen wird es dem Amateur jetzt wieder möglich, Radiogeräte der verschiedensten Schaltungen von großer Leistungsfähigkeit und industriemäßigem Aussehen aufzubauen.

Hersteller: R. Franek, Wien X.

Kleinstlautsprecher

Die unten genannte Firma bringt als erstes österreichisches Unternehmen den wirklichen Kleinstlautsprecher unter der Bezeichnung 1 SiP mit einem Außendurchmesser von nur 90 mm auf den Markt und vervollständigte damit ihr Lautsprecher-Erzeugungsprogramm vom Kleinstlautsprecher bis zum 25-Watt-Großlautsprecher.

Dieser Kleinstlautsprecher besitzt trotz seiner geringen Abmessungen sämtliche Vorzüge der größeren Typen aus der SiP-Lautsprecher-Bauserie. Sein hochwertiges Permanent-Magnetsystem verleiht ihm einen sehr günstigen Wirkungsgrad. Die Membrane im Zusammenwirken mit ihrer sinnreichen Zentrierung, welche ebenfalls aus einer ganz kleinen Papiermembrane besonderer Elastizität besteht, ergibt eine vorzügliche Wiedergabequalität auch der tiefen Frequenzen und schützt gleichzeitig den Luftspalt weitgehendst gegen das Eindringen von Staub oder Spänen. Da diese Zentriermembrane direkt auf dem Membranekorb ohne weiterer Zwischenlage aufgeklebt ist, ist eine selbsttätige Dezentrierung, wie sie durch Materialspannungen des öfteren hervorgerufen wird, beinahe ganz ausgeschaltet.

Der Membranekorb ist aus Leichtmetallguß, welcher sich durch größte Stabilität und geringstes Gewicht auszeichnet und den Lautsprecher insbesondere für Kleinstgeräte und transportable Geräte geeignet macht.

Die Daten dieses Kleinstlautsprechers Type 1 SiP sind:

Sprechleistung 1.5 Watt
Größter Außendurchmesser 92 mm
Tiefe 56 mm
Membrandurchmesser (Schallwandausschnitt) 75 mm
Schwingspulenimpedanz bei 800 Hz 3 Ohm
Resonanzfrequenz ca. 90 Hz
Gewicht 380 Gramm.

Hersteller: Carl Sickenberg, Erzeugung Radiotechnischer Artikel, Wien VII, Seidengasse 12. Telephon B 30 5 98.

Die Kapa-Auto-Antenne Type D und S

Die jüngste Entwicklungsarbeit des bekannten Antennen-Spezialisten A. Höllrigl ist eine Automobilantenne. Sie wird in zwei Typen, zweiteilig für Dachmontage (Type D) oder dreiteilig für Seitenmontage (Type S) hergestellt. Die Antennenrute läßt sich teleskopartig auseinander ziehen, wobei durch eine Sonderlösung ein elektrisch guter Kontakt zwischen den einzelnen Rutenteilen gewährleistet wird. Vollkommen neu ist auch die Verwendung eines Antennenisolators, der anscheinend von der bewährten Kapa-Hochantenne übernommen wurde. Dieser kegelförmige, aus verlustarmen keramischem Material bestehende, durch eine Regenkappe geschützte Isolator enthält eine Buchse, in die die Antennenrute eingesteckt wird. In eingestecktem Zustand wird der Antennenstecker durch eine Sperrvorrichtung gehalten. Durch diese Lösung wird einerseits einwandfreie Isolation der Antenne auch bei stärkstem Regen oder bei Verschmutzung erzielt, weiter kann die Antennenrute bei Diebstahl nicht abgezogen, in eingestecktem Zustand aber auch bei stärksten Pendelungen nicht verloren werden. Der Isolator bildet gleichzeitig den oberen Teil des vernickelten und zur Befestigung an der Karosserie eingerichteten Kabelkopfes, von dem ein abgeschirmtes kapazitätsarmes Kabel genügender Länge zum Empfangsgerät führt. Für den Anschluß des Kabels an das Gerät sind geeignete Armaturen vorgesehen. Meist genügt eine einfache Entstörung der Zündkerzen, des Unterbrechers und der Lichtmaschine um mit dieser Antenne, die in vielen Versuchsfahrten erprobt wurde, guten genußvollen Empfang zu haben. Geeignete Entstörungssätze wurden ebenfalls von der Herstellerfirma entwickelt und herausgebracht.

Erwähnt sei noch, daß auch für Autobusse eine Kapa-Antennenbauart gefunden wurde, die bereits an einigen neuzeitlichen Fernautobussen seit längerer Zeit sowohl mechanisch als auch elektrisch (relativ große wirksame Antennenhöhe für große Eingangsspannung) mit Erfolg in Betrieb ist.

Hersteller: A. Höllrigl, Wien IX.

„SM"- Flutlichtskala und Radiogehäuse

Dem Wunsche vieler Radioamateuren entsprechend, wurde außer dem bereits bekannten »SM« Radiogehäuse mit Trieb und Skala, daß den Einbau von Geradeausempfängern und kleineren Überlagerungsempfängern gestattete, nunmehr eine größere Kassette gebaut. Diese eignet sich auch für den Einbau von Mehrröhren-Überlagerungsempfängern und kann auch eine dazu passende Flutlichtskala geliefert werden. Das neue »SM« Radiogehäuse besitzt folgende Abmessungen: 350 mm lichte Breite, 230 mm lichte Höhe und 160 mm lichte Einbautiefe, ist glänzend lackiert und sieht fast wie eine Edelholzkassette aus. Die Schaltöffnung für den Lautsprecher wird ebenso wie bei der kleineren Type, durch Zierleisten verdeckt und macht die Verwendung einer Stoffbespannung überflüssig. Die dazu passende Flutlichtskala trägt auf einer Glasskala, die 150×60 mm groß ist, in weißer Farbe aufgetragen die Normalwellenstationen, die Langwellen sind in roter und die Kurzwellen in grüner Farbe. Die Antriebstrommel des Triebes wird von einer hinter der Glasskala angebrachten Blechtafel getragen. Die Antriebswelle ist unterhalb der Glasskala in der Mitte und treibt mittels Seiltrieb und Spannfeder die Trommel an. Fünf Umdrehungen der Antriebswelle sind erforderlich, um den Drehkondensator um 180 Grade zu bewegen. Wegen der oft verschiedenen Durchmesser der Glasballons bei den heute erhältlichen Lämpchen für die Skalenbeleuchtung, fertigt man sich die Beleuchtungsträger am besten selbst aus *weißem Zeichenkarton* an. Dieser wird links und rechts mit den Haltewinkel der Glasskala festgeklemmt und dient zugleich als Halter und Reflektor für die Lämpchen.

Hersteller: Matthias Skarits, Wien IX.

Radiolympia 1947

In London wurde in der Zeit vom 1. bis 11. Oktober 1947 eine Ausstellung der britischen Radioindustrie abgehalten, die das Interesse des In- und Auslandes in starkem Maße erregte. War es doch seit 1939 — in welchem Jahre die Ausstellung durch den Kriegsbeginn unterbrochen wurde — die erste Veranstaltung dieser Art in England.

Der auf dem Ausstellungsgelände von Olympia großzügig eingerichteten Schau wurde auch von offizieller Seite große Bedeutung zugemessen, da die Steigerung des Exports der Radioindustrie für den britischen Wirtschaftsplan von besonderer Wichtigkeit ist. Das durch Sir Stafford Cripps in seiner Rede am 12. September gesetzte Exportziel für die Radioindustrie sieht eine monatliche Ausfuhr von Geräten im Werte von einer Million Pfund Sterling vor. Dies wurde in Industriekreisen als eine zwar schwere, aber nicht unerfüllbare Forderung angesehen. Obwohl es für die Engländer schwer ist, vor allem mit der amerikanischen Industrie auf dem Weltmarkt in Wettbewerb zu treten, so ist trotzdem eine günstige Entwicklung der Ausfuhr seit Beginn des vergangenen Jahres festzustellen. (7,8 Mill. im Jahre 1946, 4,7 Mill. Pfund Sterling im ersten Halbjahr 1947.) Die Abschlüsse in Radiolympia haben die Erreichung des gesteckten Zieles (12 Mill. Pfund Sterling im Jahre 1948) in greifbare Nähe gerückt.

Für die Besucher der Wiener Herbstmesse mag es eine gewisse Genugtuung sein, zu erfahren, daß auch in Radiolympia die inländischen Besucher sehr oft den Hinweis: »Nur für den Export« antrafen. Bei einer Ausstellung, die unter dem Motto »Großbritannien baut Radios für die Welt« stand, war das jedoch weiter nicht verwunderlich.

Das Personal des Standes des Ministeriums für zivile Luftfahrt führte Gespräche mit den Piloten der über den Atlantik einfliegenden Clipper. Ein Funksprechverkehr mit den Insassen von Fahrzeugen der Londoner Polizei wurde vorgeführt. Auch mit den Kapitänen der »Queen Elizabeth« und der »Queen Mary« wurde eine Sprechverbindung hergestellt und die Gespräche wurden über das Lautsprechersystem der Ausstellung übertragen.

Um uns ein ungefähres Bild von dem gebotenen machen zu können, greifen wir am besten — ohne damit ein Werturteil zu verbinden — zwei der ausstellenden Firmen heraus und sehen uns die angebotenen Modelle an.

Zuerst einmal die Firma Bush Radio, Ltd, London:

Type	Röhrenzahl	Aufbau	Stromversorgung	Bereichsanzahl	Preis £	s.	d.
RG 4	4,G.	A. Pl.	W	3	94	10	0
DUG 3	4,G.	Sch.	G/W	3	80	9	0
DAC 2	4,G.	T.	G/W	3	25	4	0
DAC 1	4,G.	T.	G/W	3	21	0	0
DAC 91	4,G.	T.	G/W	3	17	17	3
DAC 90	4,G.	T.	G/W	2	15	6	5
BP 90	4	K.	TB.	2	15	17	3

Die Firma EKCO, Southend-on-Sea. Essex, brachte folgendes:

Type	Röhrenzahl	Aufbau	Stromversorgung	Bereichsanzahl	Preis £	s.	d.
ARG 37	5,G.	A. Pl.	W	9,K.	153	1	10
RG 35	4,G.	Pl.	W	3,K.	70	3	4
A 28	4,G.	T.	W	9,K.	40	16	6
A 33	3,G.	T.	W	2,K.	29	6	11
A 52	4,G.	T.	W	5,K.	34	9	0
CR 32	4,G.	Auto	Zerh.	2,K.	26	15	10
A 44	3,G.	T.	W	3	21	13	9
B 54	4	T.	B	4	19	2	9
U 29	3,G.	T.	G/W	2	17	17	3

Schlüssel:

Röhrenzahl:	G . . .	Gleichrichterröhre
Aufbau:	A. Pl. . .	Plattenspieler mit autom. Wechsler
	Pl. . . .	mit Plattenspieler (gewöhnlich)
	Sch. . .	Schrankgerät
	T. . . .	Tischgerät
	K. . . .	Koffergerät
Stromvers.:	W. . . .	Wechselstrom
	G W . .	Allstrom
	TB. . .	Nur mit Trockenbatterien
	B. . . .	Akku und Anodenbatterien
	Zerh. . .	Anodenspg. mit Zerhacker uud Gleichrichter
Bereichsanz.:	K . . .	mit Druckknopfabstimmung

Die von Bush hergestellten G/W-Modelle sind auch in Ausführungen lieferbar, die nur für Wechselstromanschluß gebaut sind.

Die drei teuersten Modelle von EKCO haben auch einen Bereich für den Fernseh-Tonempfang, während das Modell A 33 eine Schaltuhr (siehe auch weiter unten) eingebaut hat.

Eine Durchsicht der Schaltpläne zeigt, daß die Schaltungen fast aller Geräte gleich sind: 1. Rohr eine Triode-Hexode als Oszillator- und Mischrohr, 2. Rohr zur ZF-Verstärkung, 3. Rohr eine Pentode-Diode zur NF-Vorverstärkung und ZF-Gleichrichtung (Demodulation), 4. Rohr eine Leistungspentode. Mit anderen Worten, die gebräuchliche klassische Superschaltung. Die Geradeaus-Schaltung ist vollkommen verschwunden.

Auf technischem Gebiet wurden also keine Neuerungen gebracht, was ja auch gar nicht zu erwarten war, da es scheint, daß die Technik des Empfängerbaues (ausgenommen Miniaturgeräte) zu einem gewissen Abschluß gekommen ist und nur mehr Unterschiede im Aufwand die Preisunterschiede bedingen. Folgerichtig zeigt sich daher die Tendenz, auch bei billigeren Supern eine Verbesserung der Tonqualität durch verschiedene Maßnahmen (Gegentakt-Endstufen usw.) zu erreichen. Hier sei auch das Bi-focal-Tonsystem erwähnt, das die Firma Bush in zwei ihrer teureren Super eingebaut hat (DUG 3 und DAC 2). Das System sei kurz beschrieben: Fällt ein kräftiger Sender ein und der Lautstärkeregler wird von Hand aus stark zurückgedreht, dann schaltet sich im NF-Teil des Empfängers eine negative Rückkopplung ein, die für ein breites Band der mittleren Tonfrequenzen wirksam ist. Dadurch wird die Wiedergabecharakteristik linealisiert und die Tonqualität der Wiedergabe verbessert.

Selbsverständlich sind die teureren Geräte auch mit Druckknopfabstimmung ausgerüstet und eines der Firma EKCO, A 33, auch mit einem Schalter, der von einer Uhr gesteuert wird, die ähnlich einem Wecker eingestellt werden kann und das Gerät zu gewünschten Zeiten ein- bzw. ausschaltet.

In scheinbarem Widerspruch mit dem Streben nach guter Tonqualität steht die Tatsache, daß fast bei allen Geräten das Magische Auge fehlt. Denn bei automatischer Lautstärkeregelung, die sich bei allen Geräten findet, fehlt ja die Möglichkeit, auf Grund des Vorhandenseins der maximalen Lautstärke auf die Richtigkeit der Abstimmung zu schließen. Wahrscheinlich haben aber die Fabrikanten ihre eigenen Erfahrungen und auch folgende Überlegung ist durchaus stichhaltig: Der Hörer mit geschultem Ohr ist auch ohne Sichtabstimmung in der Lage, sein Gerät richtig einzustellen und ein unmusikalischer Hörer bemerkt die falsche Abstimmung ohnehin nicht!

Zusammenfassend kann über den Rundfunkempfängerbau, wie er in Radiolympia gezeigt wurde, gesagt werden, daß sich folgende Gruppen deutlich unterscheiden lassen:

Der Empfänger als Teil der Einrichtung, als Möbelstück.

Der Zweitempfänger als »Gebrauchsempfänger«.

Der Reiseempfänger, der klein und leicht sein muß, aber dennoch die Leistungsfähigkeit eines normalen Supers haben soll.

Der Taschenempfänger, den man, ohne daß er sich durch Gewicht und Umfang störend bemerkbar macht, ständig bei sich tragen kann.

Die Entwicklung der letzten Gruppe hat erst vor Kurzem begonnen und man kann daher nicht erwarten, daß es bereits Taschenempfänger gibt, die allen Forderungen genügen. Die Geräte müßten die Größe eines starken Notizbuches haben oder die einer Zigarettendose. Die Firmen Marconiphon, Romac und Burgoyne erzeugten Taschengeräte, die bereits von beachtlicher Leistungsfähigkeit bei geringer Größe waren. Das Gerät von Burgoyne ist ein 4-Röhren/2-Bereich-Super mit zwei Trockenbatterien als Heiz- und Anodenspannungsquelle. Der Empfänger ist 1,45 kg schwer und kommt mit den Abmessungen 180×110×65 Millimeter der geforderten Kleinheit schon sehr nahe.

(Schluß folgt)

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichischer Arbeiter-Radiobund. Für den Inhalt verantwortlich: Wolfgang Müller; alle Wien V, Margaretengürtel 124. „Lapidar"-Druck, Wien V, Schloßgasse 18a. Papierkont.-Nr. 103/47/12/2501